



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LOS
PROCESOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN
SERTECPET S.A”**

ZHICAY ORDOÑEZ RAFAEL ENRIQUE

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-01-21

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

RAFAEL ENRIQUE ZHICAY ORDOÑEZ

Titulada:

**“ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LOS PROCESOS DE LA PLANTA
DE PRODUCCIÓN EN SERTECPET S.A”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo Andrade
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Villota
ASESOR DE TESIS

ESPOCH
Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RAFAEL ENRIQUE ZHICAY ORDOÑEZ

TÍTULO DE LA TESIS: “ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LOS
PROCESOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN SERTECPET S.A”

Fecha de Examinación: 2013-11-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Gloria Miño PRESIDENTA TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelino Fuertes DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Eduardo Villota ASESOR DE TESIS			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

La Presidenta del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Gloria Miño Cascante
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Rafael Enrique Zhicay Ordoñez

DEDICATORIA

Primeramente agradezco a Dios por guiarme, protegerme y acompañarme en una etapa más de mi vida, con mucho cariño y amor a mis padres Narcisa Ordoñez y Enrique Zhicay que con perseverancia y comprensión supieron apoyarme cuando sentía que el camino terminaba y mis sueños se derrumbaban, aquellos seres que estuvieron siempre allí, que son y siempre serán un pilar fundamental en mi vida, que gracias a su sabiduría, consejos, experiencias y sacrificios influyeron mucho en mí y crearon la madurez de poder ver el valor de las cosas y lograr ver cristalizado un sueño más.

A mi novia que gracias a su paciencia y bondad supo hacer de mí una persona fuerte en los momentos más difíciles del transcurso de mis estudios, quien con su valioso amor me ayudó a llegar al final de mi carrera universitaria.

Mis hermanos Edwin, Fausto y Lizbeth, una razón más para llegar a ser lo que soy, gracias por su valioso tiempo que me brindaron y sus grandes consejos que me animaron cuando sentía que decaía. A ustedes apoyo incondicional en mi vida.

En si agradezco a todas esas personas especiales que sacrificaron su tiempo por crear en mí un ser noble y hacerme ver que los sueños si se cumplen, tratando siempre de guiarme por el sendero de la vida, quienes me brindaron su apoyo, amistad y compañía, que me ayudaron a realizar mi anhelo en el menor tiempo posible, a ustedes quiero darles las gracias por formar parte de mi vida.

Rafael Zhicay Ordoñez

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mi segundo hogar, por haberme formado a más de un profesional, una humilde persona exitosa, lleno de metas y sueños.

De forma especial a la empresa SERTECPET S.A, por la oportunidad y confianza brindada para realizar la presente tesis y poder acoplarme un poco más al medio laboral al que voy encaminado.

Mi gratitud principalmente está dirigida a mi Director al Ing. Marcelino Fuertes y a mi Asesor al Ing. Eduardo Villota, quienes han aportado con sus conocimientos y experiencias para la realización de dicho proyecto, quienes aportaron mucho para que yo pueda enmarcar el último escalón hacia un futuro en donde sea partícipe en el mejoramiento de una sociedad y de un mejor futuro. Gracias muchas gracias

Rafael Zhicay Ordoñez

CONTENIDO

	Pág.
2. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
 2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Tipos de proceso	4
2.1.1 <i>Definición de procesos</i>	4
2.2 Tipos de flujo del producto	5
2.2.1 <i>Flujo en línea</i>	5
2.2.2 <i>Flujo intermitente (taller de trabajo)</i>	6
2.2.3 <i>Flujo por proyecto</i>	6
2.3 Capacidad	7
2.4 Planificación de la producción	8
2.4.1 <i>Plan maestro de la producción</i>	8
2.4.2 <i>Proceso de la planificación</i>	8
2.5 Control de la producción.....	9
2.5.1 <i>Productividad</i>	9
2.5.2 <i>Métodos y equipo</i>	9
2.5.3 <i>La importancia de la productividad</i>	9
2.5.4 <i>Costos</i>	10
2.6 Estudio de tiempos.....	10
2.6.1 <i>Estudio de trabajo</i>	11
2.7 Estudio de movimientos.....	12
2.8 Análisis del proceso	13
2.8.1 <i>Diagrama de flujo de procesos</i>	13
2.8.2 <i>Diagrama de recorrido</i>	13
2.8.3 <i>Diagrama hombre-máquina</i>	13
2.8.4 <i>Principales operaciones</i>	15
2.9 Estudio de los tiempos de trabajo.....	16
2.10 Métodos de medición de tiempos.....	17
2.11 El cronometraje.....	20
2.11.1 <i>Proceso del cronometraje</i>	20
2.12 Ergonomía	21
 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
3.1 Análisis del proceso	25
3.1.1 <i>Organigrama estructural</i>	25
3.2 Identificación y mercado del producto	25
3.2.1 <i>Identificación del estado de los productos terminados</i>	25

3.2.2	<i>Mercado del producto</i>	26
3.3	Análisis del proceso actual.....	27
3.3.1	<i>Identificación de los productos de mayor demanda de fabricación.</i>	27
3.3.1.1	<i>Bomba Jet Claw Conv 3 ½”</i>	27
3.3.1.2	<i>Standing Valve 3 ½”</i>	28
3.3.1.3	<i>Camisa “SL” 3 ½”</i>	29
3.3.1.4	<i>No.Go 3 ½”</i>	30
3.4	Análisis de los métodos de trabajo	30
3.5	Identificación del tipo de fabricación	32
3.6	Descripción del proceso actual de producción	32
3.6.1	<i>Recepción y almacenaje de la materia prima</i>	32
3.6.2	<i>Proceso de corte.</i>	33
3.6.3	<i>Proceso de torneado CNC.</i>	33
3.6.4	<i>Proceso de fresado CNC</i>	34
3.6.5	<i>Proceso de marcado.</i>	35
3.6.6	<i>Proceso de control de calidad</i>	35
3.6.7	Proceso de END.....	36
3.6.8	<i>Proceso tratamiento termo-químico</i>	36
3.7	Empleo de diagramas en la preparación de los procesos	37
3.7.1	<i>Diagrama de procesos actuales de:</i>	37
3.7.1.1	<i>Bomba Jet Conv 3 ½”</i>	37
3.7.1.2	<i>Standing Valve 3 ½”</i>	40
3.7.1.3	<i>Camisa “SL” 3 ½”</i>	42
3.7.1.4	<i>NO.GO 3 ½”</i>	45
3.7.1.5	<i>Partes conflictivas en la producción de</i>	47
3.8	Diagrama de distribución actual de los puestos de trabajo	47
3.9	Control del proceso	48
3.10	Descripción de paras	48
3.11	Estudio de métodos y tiempos.....	49
3.11.1	<i>Análisis de tiempo.</i>	49
3.11.2	<i>Información de la operación y operario</i>	50
3.11.3	<i>Medición de tiempos.</i>	50
3.11.4	<i>Estudio de movimientos.</i>	51
3.11.5	<i>Conflictos que se producen en la producción.</i>	51
3.11.6	<i>Determinación del tiempo tipo.</i>	61
3.11.7	<i>Cálculo del tiempo tipo</i>	61
3.12	Análisis de los cuellos de botella	73
3.13	Capacidad de producción y productividad	73
3.14	Espacio necesario de trabajo	74
4.	PROPUESTA DE LAS MEJORAS DE LOS PROCESOS EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SERTECPET. S.A	
4.1	Desarrollo de un método mejor.....	76
4.1.1	<i>Mejoras de la producción de Bomba Jet Conv 3 ½”</i>	76
4.1.2	<i>Mejoras de la producción de Standing Valve 3 ½”</i>	78
4.1.3	<i>Mejoras de la producción de Camisa “SL” 3 ½”</i>	80

4.1.4	<i>Mejoras de la producción de NO.GO 3 ½”</i>	82
4.2	Método propuesto	84
4.2.1	<i>Disminución de los cuellos de botella de:</i>	84
4.2.1.1	<i>En la producción de Bomba Jet Claw 3 ½”</i>	84
4.2.1.2	<i>En la producción de Standing Valves 3 ½”</i>	87
4.2.1.3	<i>En la producción de Camisa “SL” 3 ½”</i>	89
4.2.1.4	<i>En la producción de NO.GO 3 ½”</i>	91
4.3	Diagrama de distribución propuesto de los puestos de trabajo	92
4.3.1	<i>Diseño de los puestos de trabajo</i>	92
4.4	Ergonomía de trabajo	93
4.5	Optimización de la etapa de preparación de la máquina.....	97

5. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

5.1	Indicadores técnicos.....	99
5.1.1	<i>Indicadores de productividad</i>	99
5.1.1.1	<i>Cálculo de la productividad actual.</i>	100
5.1.1.2	<i>Cálculo de la productividad histórica.</i>	102
5.1.1.3	<i>Cálculo de la productividad propuesta.</i>	103
5.1.2	<i>Índice de productividad (P)</i>	105
5.1.3	<i>Análisis de la producción actual vs producción propuesta</i>	109
5.2	Análisis de los costos.	111
5.2.1	Análisis de los costos actuales de.....	111
5.2.2	<i>Análisis de los costos propuesto de</i>	113
5.2.3	<i>Comparación de los costos actual vs propuesta</i>	114
5.3	Inversiones.....	116

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	117
6.2	Recomendaciones	119

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Características de los tipos de flujos del producto.....	7
2	Etapas del procedimiento básico para el estudio del trabajo	12
3	Símbolos	16
4	Características de Bomba Jet Claw Conv.....	27
5	Materia de fabricación de los Standing Valve	29
6	Producción anual 2012 Bomba Jet Claw 3 ½”	31
7	Producción anual 2012 de Standing Valves 3 ½”	31
8	Producción anual 2012 de Camisa “SL” 3 ½”	32
9	Producción anual 2012 de NO.GO 3 ½”	32
10	Marcado	35
11	Diagrama de procesos Discharge Body	39
12	Diagrama de procesos de Equalizing Sleeve	41
13	Diagrama de procesos de Upper Sub	44
14	Diagrama de procesos de NO.GO	46
15	Descripción de paras	48
16	Diagrama de procesos en el torneado de Discharge Body	52
17	Diagrama hombre-máquina de Discharge Body.....	53
18	Diagrama de procesos en el torneado de Equalizing Sleeve	54
19	Diagrama hombre-máquina de Equalizing Sleeve.....	56
20	Diagrama de procesos en el torneado de Upper Sub	57
21	Diagrama hombre-máquina de Upper Sub	58
22	Diagrama de procesos en el torneado de NO.GO	59
23	Diagrama hombre-máquina de NO.GO.....	60
24	Hoja de observaciones	62
25	Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Discharge Body	63
26	Hoja de observaciones de Equalizing Sleeve	65
27	Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Equalizing Sleeve	66
28	Hoja de observaciones de Upper Sub	68
29	Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Upper sub	69
30	Hoja de observaciones de NO.GO	71
31	Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de NO.GO	72
32	Análisis de los cuellos de botella	73
33	Producción obtenida actual de la Bamba Jet Conv 3 ½”	73
34	Producción actual obtenida de Standing Valve 3 ½”	74
35	Producción actual de Camisa “SL” 3 ½”	74
36	Producción actual de NO.GO 3 ½”	74
37	Diagrama de procesos en el torneado de Discharge Body propuesto	76
38	Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta de Discharge Body	77
39	Diagrama hombre-máquina de Discharge Body propuesto	77
40	Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta	78
41	Diagrama de proceso en el torneado de Equalizing Sleeve propuesto.....	78
42	Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta	79
43	Diagrama de hombre-máquina de Equalizing Sleeve propuesto	79

44	Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta	80
45	Diagrama de procesos de Upper Sub propuesto	80
46	Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta	80
47	Diagrama de hombre-máquina de Upper Sub propuesto	81
48	Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta	82
49	Diagrama de procesos en el torneado de NO.GO propuesto	82
50	Análisis del diagrama de proceso actual vs propuesta	83
51	Diagrama hombre-máquina de NO.GO propuesto	83
52	Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesto	84
53	Diagrama de procesos de Discharge Body propuesto	85
54	Análisis de procesos actual vs propuesta de Discharge Body	86
55	Diagrama de procesos de Equalizing Sleeve propuesto	87
56	Análisis de procesos actual vs propuesta de Equalizing Sleeve	88
57	Diagrama de procesos de Upper Sub propuesto	89
58	Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta de Upper Sub	90
59	Diagrama de procesos de NO.GO propuesto	91
60	Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesto de NO.GO	92
61	Distribución de tiempo por cada turno	100
62	Producción obtenida actual Bomba Jet Conv 3 ½"	100
63	Producción obtenida actual de Standing Valve 3 ½"	101
64	Producción obtenida actual Camisas "SL" 3 ½"	101
65	Producción actual de NO.GO 3 ½"	101
66	Resumen de la producción actual	101
67	Producción histórica de Bomba Jet Conv 3 ½"	102
68	Producción histórica de Standing Valve 3 ½"	102
69	Producción histórica de Standing Valve 3 ½"	102
70	Producción histórica de Camisa "SL"	103
71	Resumen de la producción histórica	103
72	Producción propuesta de Bomba Jet Conv 3 ½"	103
73	Producción propuesta de Standing Valve 3 ½"	104
74	Producción propuesta de Camisa "SL" 3 ½"	104
75	Producción propuesta de NO.GO 3 ½"	104
76	Resumen de la producción propuesta	104
77	Indicadores de productividad	105
78	Índice de productividad histórica vs actual de Bomba Jet Conv 3 ½"	106
79	Índice de productividad histórica vs actual de Standing Valve 3 ½"	106
80	Índice de productividad histórica vs actual de Camisa "SL" 3 ½"	106
81	Índice de productividad histórica vs actual de NO.GO 3 ½"	107
82	Índice de productividad propuesta vs actual de Bomba Jet Conv 3 ½"	107
83	Índice de productividad propuesta vs actual de Standing Valve 3 ½"	107
84	Índice de productividad propuesta vs actual de Camisa "SL" 3 ½"	108
85	Índice de productividad propuesta vs actual de NO.GO 3 ½"	108
86	Resumen de índice de productividad	108
87	Análisis de la producción de Bomba Jet Conv 3 ½" actual vs propuesta	109
88	Análisis de la producción de Standing Valve 3 ½" actual vs propuesta	109
89	Análisis de la producción de Camisa "SL" 3 ½" actual vs propuesta	110
90	Análisis de la producción de NO.GO 3 ½" actual vs propuesta	110
91	Análisis de producción actual vs producción propuesta	110

92	Cálculo de costos de producción actual de Discharge Body	111
93	Costos de producción actual de Bomba Jet Conv 3 ½”	112
94	Costos de producción actual de Standing Valve 3 ½”	112
95	Costos de producción actual de Camisa “SL” 3 ½”	112
96	Costos de producción actual de NO.GO 3 ½”	113
97	Cálculo de costos de producción propuesto de Discharge Body	113
98	Costos de producción propuesto de Bomba Jet Conv 3 ½”	113
99	Costos de producción propuesto de Standing Valve 3 ½”	114
100	Costos de producción propuesto de Camisa “SL” 3 ½”	114
101	Costos de producción propuesto de NO.GO 3 ½”	114
102	Comparación de los costos actual vs propuesta de Bomba Jet Conv 3 ½”	115
103	Comparación de los costos actual vs propuesta de Standing Valve 3 ½”	115
104	Comparación de los costos actual vs propuesta de Camisa “SL” 3 ½”	115
105	Comparación de los costos actual vs propuesta de NO.GO 3 ½”	115
106	Resumen de comparación de costos	116
107	Cuadro de inversiones	116

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Proceso genérico descrito por la ISO	5
2	Diagrama hombre-máquina.....	15
3	Organigrama para cronómetros.....	20
4	Ejemplo de asiento ergonómico	21
5	Relación entre, trabajador-lugar de trabajo-diseño del puesto de trabajo	22
6	Organigrama estructural de la planta producción SERTECPET S.A	25
7	Producto terminado	26
8	Bomba Jet Claw	27
9	Standing Valve.....	28
10	Camisas “SL”	29
11	NO.GO.....	30
12	Almacenaje de la materia prima	33
13	Proceso de corte	33
14	Proceso de torneado CNC	34
15	Proceso de fresado CNC	34
16	Proceso de marcado	35
17	Proceso de control de calidad.....	36
18	Proceso de END.....	36
19	Fosfatizado.....	37
20	Nitrurado.....	37
21	Diagrama de procesos tipo flujo Discharge Body	38
22	Diagrama de procesos tipo flujo de Equalizing Sleeve	40
23	Diagrama de procesos tipo flujo de Upper Sub	43
24	Diagrama de procesos tipo flujo de NO.GO.....	45
25	Ejemplo visual de paras # 1	49
26	Ejemplo visual de paras # 2	49
27	Diagrama de recorrido en el torneado Discharge Body.....	52
28	Diagrama de recorrido en el torneado de Equalizing Sleeve	55
29	Diagrama de recorrido en el torneado de Upper Sub.....	57
30	Diagrama de recorrido en el torneado de NO.GO	59
31	Ejemplos de puestos de trabajos.....	94
32	Ejemplos de diseños de herramientas.....	95
33	Esquema de la mesa propuesta (vista isométrica)	96
34	Dimensiones de la mesa propuesta.....	96
35	Hombre pensando	98
36	Indicadores de productividad de Bomba Jet Conv 3 ½”	105
37	Resumen de índice de productividad.....	108
38	Análisis de producción actual vs producción propuesta	110
39	Comparación de los costos.....	116

SIMBOLOGÍA

p	Porcentaje medio que el operario muestreo	%
n	Número de piezas	-
TR	El tiempo de reloj	min
TM	Tiempo medio	min
FR	El factor de ritmo	-
TN	El tiempo normal	min
K	Suplementos de trabajo	-
P	Tiempo tipo	min
TE	Tiempo empleado	min

LISTA DE ABREVIACIONES

ISO	Organización Internacional de Normalización
CNC	Control Numérico por Computadora.
AISI	Instituto Americano del Hierro y el Acero
OP	Orden de Producción
OIT	Organización Internacional del Trabajo
UMT	Unidad de Medida de Tiempos
END	Ensayos no Destructibles
CN	Control Numérico
MM	Máquina de Marcado
CT	Torno Convencional

LISTA DE ANEXOS

A	Partes de la Bomba Jet Claw
B	Partes de Standing Valve
C	Partes de la Camisa “SL”
D	Diagrama de recorrido de Discharge Body
E	Diagrama de las partes de la Bomba Jet Conv 3 1/2”
F	Diagrama de recorrido de Equalizing Sleeve
G	Diagrama de las partes de Standing Valve 3 1/2"
H	Diagrama del Upper Sub
I	Diagrama de la Camisa “SL” 3 1/2”
J	Diagrama de recorrido de NO.GO 3 1/2”
K	Diagrama de distribución de los puestos de trabajo
L	Modelo de la orden de la producción
M	Modelo de la bitácora de la máquina
N	Conflictos en las partes de la Bomba Jet Conv
O	Conflictos en las partes de Standing Valve
P	Conflictos en las partes de la Camisa "SL"
Q	Tiempo tipo de la Bomba jet Conv
R	Tiempo tipo de Standing Valve
S	Tiempo tipo de Camisa “SL”
T	Hoja de preparación
U	Ruta programada
V	Distribución de los puestos de trabajo propuestos

RESUMEN

Se realizó un estudio de métodos y tiempos en los procesos de la planta de producción en SERTECPET S.A, determinando los tiempos de demoras en cada uno de los procesos; con la aplicación de la técnica de estudio de métodos y tiempos, se alcanzan grandes beneficios, reduciendo costos de producción, eliminando tiempos muertos y reduciendo cuellos de botella; logrando la combinación más eficiente de hombre-máquina mejorando las condiciones de trabajo.

Inicialmente se efectuó la toma de tiempos con cronómetro (método continuo), para determinar el tiempo tipo; con la colaboración del operario, tratando de que se realice la operación en tiempos normales; analizando con diagramas de: procesos, tipo flujo, recorrido y hombre-máquina en el torneado.

Con los resultados obtenidos del diagnóstico, se desarrolló una propuesta determinando, el método de trabajo más adecuado para reducir: tiempos de producción, desgaste físico, empleando la hoja de preparación y la ruta programada.

En lo que se refiere a la hoja de preparación, se precisó que existe una disminución de tiempo en un 48% en el preparado de la máquina, y; un 60 % en el ajuste de la primera pieza del tiempo empleado.

Por otro lado con la ruta programada se puede apreciar una disminución de un 40 % en los tiempos de demoras, cumpliendo con los objetivos planteados.

Se recomienda la implementación de la hoja de preparación y la ruta programada, en la brevedad del tiempo, que permitirá reducir tiempos de producción; hecho que lleva a optimizar los procesos aumentando la producción.

ABSTRACT

It was conducted a study regarding to methods and processes of production timing at the production plant SERTECPET S.A by determining delay times in each of the procedures through the study technique of methods and timing, which makes possible to achieve great benefits since it reduces production costs, decreases downtime as well as bottlenecks; achieving the most efficient combination of human-machine improving working conditions.

In order to determine the time type it was initially carried out the keeping time by using a timer (continuous method), and the support of the worker trying to perform the operation in normal times, examining by using diagrams of; processes, flow type , and route and man-machine in the processes of turning .

After having gathered the outcomes from the research it was developed a proposal by determining the most suitable working method to reduce production time, physical strain; through a preparation form and the scheduled route.

Regarding to the planning form, it was found that there was a decreasing time of 48% during the machine setting up and 60% during the adjustment of the first part of the spent time.

In addition to the planned route, it can be considered a 40% of reduction in delay times, meeting the proposed objectives.

It is recommended the implementation of the planning form as well as the scheduled route in a short term, which will make possible to reduce production times, a fact that leads to optimize processes by increasing production.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Con una visión de futuro, en 1990 nace una empresa integrada por los hermanos López Robayo que busca espacios dentro de la actividad hidrocarburífera y energética, nacional e internacional, respaldada en una sólida formación profesional, experiencia, creatividad, grandes retos y profundos valores personales y corporativos.

En el largo caminar, las innovaciones, reinversión, investigación, adquisición y equipamiento de un complejo industrial dotado de máquinas herramientas con tecnología de punta para la construcción y el diseño de herramienta, equipos, partes y piezas para la industria petrolera.

La moderna infraestructura, la generación de nueva tecnología y el acertado gerenciamiento le permitieron enfocarse en los procesos de mejoramiento continuo implementados al interior de la organización. Cuenta con un sólido sistema integrado de gestión de Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional que acredita trabajar bajo normas: ISO 9001, ISO 14001; OSHAS 18001. La norma API Q1 del American Petroleum Institute, certifica que la planta de producción destinada a la fabricación de conexiones roscadas, partes y piezas elaboradas bajo el monograma API asegura la fabricación bajo estándares internacionales.

El licenciamiento con Tenaris Connection AG en la planta de producción también permite ingresar en la elaboración de conexiones premium requeridas por el sector a nivel mundial. Todas estas acreditaciones demuestran que la organización tiene muy claro cuál es su misión y visión, así; como el rol en el mercado energético global.

Entre las especialidades cuentan con sistemas de Levantamiento Artificial: Hidráulicos, Eléctricos y PCP; Proyectos de Ingeniería Conceptual, Básica, de Detalle para el sector Hidrocarburífero y Energético. Diseño y Construcción de Facilidades de Producción, On-Shore y Off-Shore; Administración, Optimización y Operación de Campos Petroleros. Todo el esfuerzo de la organización durante estas dos décadas, se ha

concentrado en fortalecer la infraestructura, procesos, conocimiento e innovación tecnológica; así como la selección del mejor talento humano y el liderazgo.

De esta manera se ha logrado consolidar su marca, productos y servicios con alto valor agregado, a nivel nacional e internacional. Además que se ha brindado a sus clientes el soporte permanente, en todos los proyectos que asume cumpliendo a satisfacción sus expectativas, logrando una saludable relación ganar-ganar, y proyectándose como socios estratégicos a largo plazo.

1.2 Justificación

Todas las Empresas deben de mantenerse a la vanguardia de los avances de la tecnología y poner en práctica las técnicas más eficientes para lograr sacar al mercado, un producto competitivo, logrando mantener un liderazgo y aceptación del mercado consumidor.

La producción es el núcleo de todas las empresas, por lo que es necesario mantener un riguroso control y planificación de todos los procesos; la experiencia nos ha enseñado que no existe un método perfecto; en realidad siempre hay oportunidad de mejorar considerando que las condiciones de trabajo constantemente cambian.

En este trabajo, a través de la aplicación de una técnica de estudio de métodos y tiempos, se pretende obtener grandes beneficios, que nos permitirán reducir costos de producción, eliminar tiempos muertos, reducir cuellos de botella, elementos que son de mucha utilidad dentro de todas las empresas, porque permitirán aumentar la productividad, otorgando a la empresa un ahorro económico que podrá ser utilizado en otros departamentos; además, al normalizar los métodos y tiempos, se podrá reducir la fatiga de los obreros, logrando la combinación más eficiente de hombre-máquina y condiciones de trabajo, brindando una mayor facilidad para que realice su jornada de trabajo, reduciendo su desgaste físico.

Mediante este estudio, se podrá también establecer un dato exacto correspondiente a la producción de número de piezas/horas, que será de gran utilidad para la planificación de la producción, que actualmente se lo realiza de manera estimada.

Además el estudio tomará especial cuidado en reducir la contaminación ambiental, a través de la mejora del proceso; todos estos aspectos aportarán dentro de los márgenes de utilidad para la empresa SERTECPET S.A

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar el estudio de métodos y tiempos en los procesos de la planta de producción en SERTECPET S.A

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Determinar los productos de mayor fabricación para el estudio.

Determinar los puestos más críticos de cada uno de los métodos.

Determinar tiempos de demora en cada uno de los procesos.

Sugerir mejora en los métodos y tiempos de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipos de proceso

- Productivos
- Organizativos
- Laborales
- Técnicos
- Abiertos
- Cerrados
- Naturales
- Artificiales. (www.slideshare.net, 2012)

2.1.1 Definición de procesos. Existen varias definiciones del término “procesos” dadas por varios autores, algunas de ellas se citan a continuación:

Los procesos, generalmente, cruzan repetidamente las fronteras funcionales, fuerzan a la cooperación y crean una cultura de empresa distinta (más abierta, menos jerárquica, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios)”

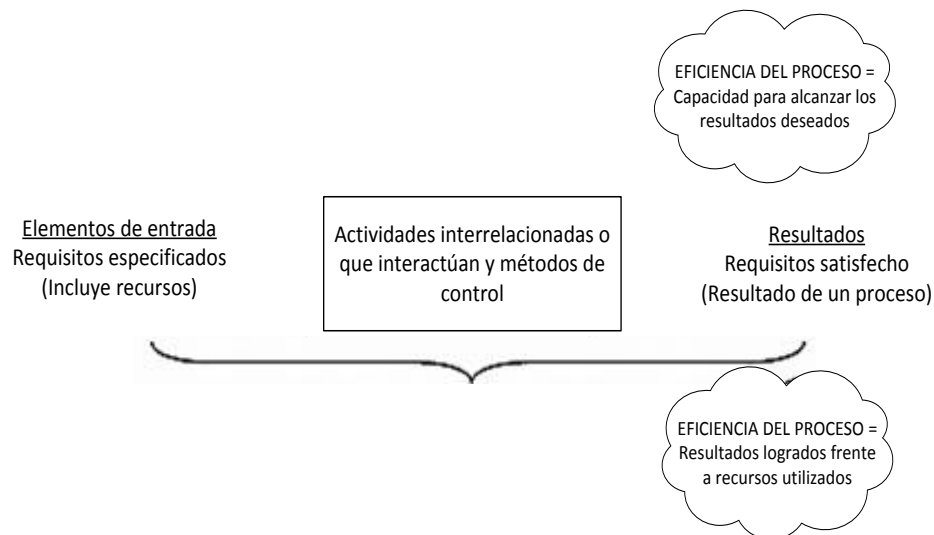
Cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno.

Una valoración similar la emite la ISO 9001 donde refiere que un proceso puede definirse como un “Conjunto de actividades interrelacionadas que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Estas actividades requieren de la asignación de recursos tales como personal y material. En la figura 1. Se muestra el proceso genérico descrito por la ISO.

A grandes rasgos se hace alusión a que los elementos de entrada y los resultados previstos pueden ser tangibles (tal como equipos, materiales o componentes) o intangibles (tal como energía o información). Además de que, los resultados también pueden ser no intencionados o no deseados.

La norma ISO explica, que cada proceso tiene clientes y otras partes (quienes pueden ser internos o externos a la organización), que son afectados por el proceso y quienes definen los resultados requeridos de acuerdo con sus necesidades y expectativas. (SOLÓRZANO, 2007 pág. 2)

Figura 1. Proceso genérico descrito por la ISO



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos16/costos-iso/Image6354.gif>

2.2 Tipos de flujo del producto

- Flujo en línea
- Flujo intermitente
- Flujo por proyecto

2.2.1 Flujo en línea. Se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones necesarias para producir el producto o el servicio. Como ejemplo pueden citar las líneas de ensamble y las cafeterías.

En las operaciones de flujo en línea, el producto debe estar bien estandarizado y fluir de una operación o estación de trabajo a la siguiente de acuerdo a una secuencia ya establecida. Las tareas individuales de trabajo deben estar estrechamente acopladas y balanceadas para que una tarea no demore a la siguiente.

La “producción continua” se refiere a las llamadas industrias de proceso, como la industria química, la del papel, la de la cerveza, la del acero, la de la electricidad y las

industrias telefónicas. Aunque ambos tipos de operaciones se caracterizan por un flujo lineal, los procesos continuos tienden a ser más automatizados y a producir productos más estandarizados.

Las operaciones en línea son extremadamente eficientes, pero también extremadamente inflexibles. La eficiencia se debe, a la adopción de bienes de capital, en vez de mano de obra, y a la estandarización de la mano de obra restante a través de tareas rutinarias casi en su totalidad. El alto nivel de eficiencia requiere que se mantenga un fuerte volumen de producción con el objeto de recobrar el costo del equipo especializado.

2.2.2 *Flujo intermitente (taller de trabajo).* Los procesos de flujo intermitente se caracterizan por la producción por lotes a intervalos intermitentes. En este caso el equipo y la mano de obra se organizan en centros de trabajo por tipos similares de habilidades o equipo. En consecuencia, un producto o trabajo fluirá nada más hacia aquellos centros de trabajo que requiera y se saltará los demás.

Las operaciones intermitentes usan equipos diseñados para fines generales y mano altamente calificada: por tanto, son muy flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción; pero también son bastantes ineficientes. Al mismo tiempo, su flexibilidad conduce a severos problemas de control de inventarios, programación de actividades y de calidad. (www.slideshare.net, 2011)

2.2.3 *Flujo por proyecto.* La forma de operar por proyecto, se usa para producir un producto único, tal como una obra de arte, un concierto, un edificio o una película. Cada unidad de estos productos se elabora como un solo artículo. Estrictamente hablando, aquí no existe flujo de producto, pero sí existe una secuencia de operaciones; en este caso, todas las tareas u operaciones individuales deben realizarse en una secuencia tal que cada una contribuya a los objetivos finales del proyecto.

Las características de los procesos que se han venido exponiendo, se resumen en el cuadro que se muestra a continuación, el cual presenta una comparación directa entre los distintos tipos de procesos y las características de cada uno de ellos. (es.scribd.com, 2012), (VELASCO, 2007 págs. 265,266)

Tabla 1. Características de los tipos de flujos del producto

FLUJOS DEL PRODUCTO			
Producto			
Características	En línea	Intermitente	Por proyecto
Tipos de pedido	Continuo o en lotes grandes	En lotes	Una sola unidad
Flujo del producto	Secuencial	Mezclado	Ninguno
Variedad de producto	Baja	Alta	Muy alta
Tipo de mercado	En masa	Clientes	Único
Volumen	Alto	Mediano	Una sola unidad
Mano de obra			
Habilidades	Bajas	Altas	Altas
Tipo de tarea	Repetitividad	No rutinarias	No rutinarias
Salario	Bajo	Alto	Alto
Capital			
Inversión	Alta	Media	Baja
Inventario	Bajo	Alto	Medio
Equipo	Para usos especiales	Para usos generales	Para usos generales
Objetivos			
Flexibilidad	Baja	Mediana	Alta
Costo	Bajo	Mediano	Alto
Calidad	Consistente	Más variable	Más variable
Tiempo de procesamiento	Bajo	Mediano	Alto
Control y Planeación			
Control de la producción	Fácil	Difícil	Difícil
Control de calidad	Fácil	Difícil	Difícil
Control del inventario	Fácil	Difícil	Difícil

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/73693423/Tipos-de-Flujo-de-Materia-Prima-o-Producto-Terminado>

2.3 Capacidad

Es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad, es fundamental para la gestión empresarial en cuanto

permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

También puede definirse como cantidad máxima de producción en la nomenclatura surtido y calidad previstos, que se pueden obtener por la entidad en un período de tiempo con la plena utilización de los medios básicos productivos bajo condiciones óptimas de explotación (SOLÓRZANO, 2007 pág. 2)

2.4 Planificación de la producción

2.4.1 *Plan maestro de la producción.* El plan maestro de producción se utiliza para planificar partes o productos que tienen gran influencia en los beneficios de la empresa o que asumen recursos críticos, y que, por tanto, deben planificarse con especial atención.

Es importante poder ajustar el plan maestro en el nivel o la parte crítica, antes de tener que planificar y aprovisionar los conjuntos y piezas compradas (secundarias); esto significa que, todas las modificaciones efectuadas en las piezas principales no afectan de inmediato a las partes inferiores, lo que evita trastornos innecesarios en los procesos de fabricación y aprovisionamiento.

Las modalidades y procedimientos a utilizar en la elaboración del plan agregado serán en función del tipo y la problemática de la empresa del sistema productivo considerado, y de la metodología de gestión de producción utilizada en su elaboración; según Ditword, influyen los siguientes elementos:

- Razón o condiciones de niveles de inventarios.
- Producción deseada.
- Previsión de los pedidos.
- Demanda
- Plan de Producción

2.4.2 *Proceso de la planificación.* Básicamente las cinco fases que componen el proceso de planificación y control de la producción son:

- Planificación estratégica o a largo plazo.

- Planificación agregada o a medio plazo.
- Programación maestra.
- Programación de componentes.
- Ejecución y control.

Es importante anotar que estas fases se deberán llevar a cabo en cualquier empresa manufacturera, independientemente de su tamaño y actividad, aunque la forma como éstas se desarrollen dependerá de las características propias de cada sistema productivo. (www.monografías.com, 2011)

2.5 Control de la producción

2.5.1 Productividad. En la actualidad toda organización realiza estudios y aplicaciones para aumentar su productividad, sin embargo frecuentemente se confunden los términos productividad y producción.

Productividad es la relación cuantitativa entre lo que producimos y los recursos que utilizamos y Producción se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios.

Otros términos muy comunes son: Eficiencia, que es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

2.5.2 Métodos y equipo. Una forma de mejorar la productividad, consiste en realizar un cambio constructivo en los métodos, los procedimientos o los equipos con los cuales se llevan a cabo los resultados.

Productividad = Producción obtenida / insumo gastado

Desempeño alcanzado / recursos consumidos

Efectividad / Eficiencia

Producción / Insumos

Resultados Logrados / Recursos Empleados (www.monografias.com, 2011)

2.5.3 La importancia de la productividad. El único camino para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es el aumento de la productividad. (NIEBEL, 2004 pág. 2)

- Por incremento de la productividad se entiende al aumento de la producción por hora de trabajo.
- El instrumento fundamental que origina una mayor productividad, es la utilización de métodos, el estudio de tiempos (a veces llamado medición del trabajo), y un sistema de pago de salarios
- Se debe comprender claramente, que todos los aspectos de un negocio o industria, ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudios de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios.
- Con mucha frecuencia, solo se considera la función de producción cuando se aplica métodos, normas o estándares y sistemas de pago de salarios. (www.monografias.com, 2011)

2.5.4 Costo. El costo de producción, es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir, conocer qué elementos deben consumir los centros fabriles con el fin de obtener un producto terminado en condiciones de ser entregado al sector comercial.

Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos los siguientes:

- Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Permitir la valuación de inventarios.
- Controlar la eficiencia de las operaciones.
- Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa. (www.monografias.com, 2012)

2.6 Estudio de tiempos

Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuará mejorando cada centro de trabajo para obtener una forma más eficiente de desarrollar el trabajo.

- **Definición.** El estudio de métodos y tiempos como también se lo llama al estudio de movimientos y tiempos, es el análisis ordenado de los métodos de trabajo (Estudio del Trabajo), con el fin de: (NIEBEL, 2004 pág. 12)

- Desarrollar el método y el sistema de producción más adecuado, a menor costo.
- Normalizar los sistemas y métodos.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y convenientemente adiestrada, realice cierta tarea u operación, trabajando a marcha normal.
- Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

Estos cuatro puntos en que se divide el estudio de métodos y tiempos se puede resumir en:

- Estudio de métodos, para hallar el mejor procedimiento para desempeñar el trabajo.
- Estudio de tiempo o medida del trabajo, para determinar el tiempo tipo de una tarea concreta. (www.monografias.com, 2010)

2.6.1 Estudio de trabajo. En cualquier sistema organizacional se habla de trabajo, por lo que, las empresas realizan estudios que permitan optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. (www.monografias.com, 2010)

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

Estudio de tiempos. Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

Estudio de movimientos. Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

El estudio de métodos, es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces; y de reducir los costos.

Para realizar este estudio es necesario aplicar las ocho etapas que contiene el procedimiento básico para el estudio del trabajo; las cuales son:

Tabla 2. Etapas del procedimiento básico para el estudio del trabajo

ETAPA	DESARROLLO
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar
REGISTRAR	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos
EXAMINAR	Los hecho registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados
ESTABLECER	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo
DEFINIR	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
IMPLANTAR	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos

Fuente: NIEBEL B. Ingeniería de métodos

2.7 Estudio de movimientos

Frank B. Gilbert quien fijó el término e inició el estudio de los micromovimientos. Donde la fotografía se orientó al estudio e investigación de movimientos en los procesos industriales. Así podemos definirla como: el estudio de los elementos fundamentales o subdivisiones de una operación, por medio de cámaras fotográficas, o de vistas secuenciales o sean videos y cámaras de cine, que sirva de dispositivo de medida del tiempo en la cual indicará con exactitud los intervalos de tiempos y secuencias de tareas de trabajo. (NIEBEL, 2004 pág. 12)

2.8 Análisis del proceso

2.8.1 *Diagrama de flujo de procesos.* Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. (NIEBEL, 2004 págs. 30,31,33,34)

2.8.2 *Diagrama de recorrido.* El diagrama de recorrido de actividades se efectúa sobre un plano donde se sitúan las máquinas a escala. En él se traza una línea que indique la secuencia que seguirá el producto. Este diagrama se complementa con el anterior y permite lograr una mejor distribución en planta al ahorrar distancias y, por tanto tiempo.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta. (VELASCO, 2007 pág. 97)

2.8.3 *Diagrama hombre-máquina.* Este tipo de diagrama muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas entre operario y maquinaria. El gráfico posee una escala de tiempo que permite observar la duración aproximada de las actividades, aunque la principal utilidad del esquema es la detección y cuantificación de tiempos muertos.

Adicionalmente, este tipo de gráficos utiliza una simbología distinta, rectángulos rellenos en negro, gris o blanco. Un rectángulo relleno en blanco significa el tiempo en el cual el elemento analizado se encuentra inactivo, un rectángulo en negro significa,

por el contrario, que el elemento se encuentra en operación u ocupado, pero de manera independiente.

Cuando el rectángulo es gris significa que se está realizando una actividad simultánea, al igual que los anteriores diagramas es necesario también un encabezado que describa la situación analizada y es muy importante que se detalle lo que se va a analizar, a fin de identificar plenamente la operación y circunstancia de que se trate. (NIEBEL, 2004)

Pasos para realizarlo


- Primero, se debe seleccionar la operación que será diagramada; se recomienda seleccionar operaciones importantes que puedan ser, costosas repetitivas y que causen dificultades en el proceso.
- En segundo lugar, determinar dónde empieza y dónde termina el ciclo que se quiere diagramar.
- En tercera, observar varias veces la operación, para dividirla en sus elementos e identificarlos claramente.
- El siguiente paso se dará cuando los elementos de la operación han sido identificados, entonces se procede a medir el tiempo de duración de cada uno.
- Finalmente, con los datos anteriores y siguiendo la secuencia de elementos, se construye el diagrama.

Construcción del diagrama

- Un primer paso en dicha construcción es seleccionar una distancia en centímetros o en pulgadas que nos represente una unidad de tiempo.
- Esta selección se lleva a cabo debido a que los diagramas hombre-máquina se construyen siempre a escala. Por ejemplo, un centímetro representa un centésimo de minuto.
- Cuando hemos efectuado nuestra selección se inicia la construcción del diagrama; como es normal, éste se debe identificar con el título de diagrama de proceso hombre-máquina.
- Se incluye además información tal como operación diagramada, método presente o método propuesto, número de plano, orden de trabajo indicando dónde comienza el diagramado y dónde termina, nombre de la persona que lo realiza, fecha y cualquier otra información que se juzgue conveniente para una mejor comprensión del diagrama.
- Una vez efectuados estos pasos previos a la izquierda del papel, se hace una descripción de los elementos que integran la operación.

- Hacia el extremo de la hoja se colocan las operaciones y tiempos del hombre, así como también los tiempos inactivos del mismo.
- El tiempo de trabajo del hombre se representa por una línea vertical continua; cuando hay un tiempo muerto o un tiempo de ocio, se representa con una ruptura o discontinuidad de la línea.
- En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ciclo, Así como el tiempo total muerto de la máquina. (NIEBEL, 2004 págs. 40,41)

Figura 2. Diagrama hombre-máquina

		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA					
OPERACIÓN		MECANIZADO LADO 2		DIAGRAMA N° 1			
NOMBRE DEL PRODUCTO: DISCHANGER BODY				ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC				N° MÁQUINA: 4			
NOMBRE DEL OPERARIO: OPERADOR CNC				FECHA: 25/05/2013			
MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input checked="" type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL			
				OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS			TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP				4,292		
4,00							
6,00	Solicita herramientas a bodega				10,989		
8,00							
10,00							
12,00							
14,00							

Fuente: Autor

2.8.4 Principales operaciones:

Operación. Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto como taladrar, cortar, esmerilar, etc. también hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc.

Inspección. Se dice que hay una inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.







Operación e Inspección. Se dice que hay una operación e inspección cuando a un objeto se le hace una operación y se inspecciona al mismo tiempo, ya sea para verificar sus dimensiones o comprobar algo como: pesar y medir.

Traslado o Transporte. Se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado es parte de la operación, o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo, en el curso de una operación o inspección.

Demora. Se dice que hay espera o demora con relación a un objeto cuando las condiciones (salvo las que modifiquen intencionalmente las características físicas o químicas del objeto) no permitan o requieran de la ejecución de la acción siguiente.

Almacenamiento. Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

Tabla 3. Símbolos

	Almacenaje		Operación
	Inspección		Transporte
	Demora		Operación e Inspección

Fuente: Símbolos estándares para diagramas de proceso según la OIT.

2.9 Estudio de los tiempos de trabajo

Esta técnica de Organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.

De la misma manera, la empresa, para ser productiva, necesita conocer los tiempos que permitan resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación.

Conceptos básicos. El procedimiento técnico empleado para calcular los tiempos de trabajo consiste en determina el denominado tiempo tipo o tiempo estándar, entendiendo como tal, el que necesita un trabajador cualificado para ejecutar la tarea a medir, según un método definido.

El tiempo de reloj (TR) o Tiempo medio (TM). Es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de la tarea encomendada y que se mide con el reloj. (No se cuentan los paros realizados por el productor, tanto para atender sus necesidades personales como para descansar de la fatiga producida por el propio trabajo).

El factor de ritmo (FR). Este nuevo concepto sirve para corregir las diferencias producidas al medir el TR, motivadas por existir operarios rápidos, normales y lentos, en la ejecución de la misma tarea.

El coeficiente corrector, FR, o Factor de valoración. Queda calculado al comparar el ritmo de trabajo desarrollado por el productor que realiza la tarea, con el que desarrollaría un operario capacitado normal, y conocedor de dicha tarea.

El tiempo normal (TN). Es el TM que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo «normal», emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio.

Los suplementos de trabajo (K). Como el operario no puede estar trabajando todo el tiempo de presencia en el taller, por ser humano, es preciso que realice algunas pausas que le permitan recuperarse de la fatiga producida por el propio trabajo y para atender sus necesidades personales. Estos períodos de inactividad, calculados según un (K%) del (TN) se valoran según las características propias del trabajador y de las dificultades que presenta la ejecución de la tarea. En la realidad, esos períodos de inactividad se producen cuando el operario lo desea

$$\text{Suplementos} = \text{TN} \times \text{K} = \text{TR} \times \text{FR} \times \text{K} \quad (1)$$

El tiempo tipo (Tp). Según la definición anteriormente establecida, el tiempo tipo está formado por dos sumandos: el tiempo normal y los suplementos. Es decir, es el tiempo necesario para que un trabajador capacitado y conocedor de la tarea, la realice a ritmo normal más los suplementos de interrupción necesarios, para que el citado operario descanse de la fatiga producida por el propio trabajo y pueda atender sus necesidades personales. (www.monografias.com, 2010)

2.10 Métodos de medición de tiempos

Existen muchos procedimientos distintos para medir los TR, valorar los FR, y determinar los K, no nos debe extrañar que existan muchos sistemas para medir los tiempos tipo. El ingeniero industrial elige el que le sea más económico, pues por un

lado se encuentra el costo de su determinación y, por otro, la economía que le produce su exacta determinación.

Utilizará el sistema más exacto posible, realizando gran número de observaciones, si ha de colaborar gran número de tareas iguales.

- En el primer caso, los errores cometidos al calcular el tiempo tipo, repercuten en una sola pieza y, en general, la economía de los resultados con la empresa con creces a los gastos producidos por su determinación.
- En el segundo caso le interesa realizar muchas mediciones para determinar el tiempo tipo con una gran exactitud, porque los beneficios económicamente producidos al trabajar sobre muchas piezas son superiores a los gastos ocasionados por el cálculo de dicho tiempo.

Sistemas más empleados por la industria. Los sistemas más empleados por los industriales son: estimación, datos históricos, muestreo, tiempos predeterminados, empleo de aparatos de medida: el cronometraje, datos tipo.

Estimación. El cálculo de tiempos tipo por este procedimiento es totalmente subjetivo. Sólo puede aplicarse en aquellos casos en los que el error de la medición tiene pequeñas repercusiones económicas, como ocurre al tener que establecer tiempos de trabajo para pocas piezas.

El tiempo tipo dado, para realizar una o pocas piezas, es un valor «estimado» por los mandos o por aquellos profesionales que poseen una gran experiencia en la ejecución de trabajos similares.

Datos históricos. Hay empresas que tienen por costumbre anotar en una ficha determinada, una para cada tarea en particular, los tiempos empleados en ejecutar esa tarea. Al ir anotando los tiempos cada vez que se repiten los trabajos, se van recopilando en cada ficha una serie de datos, que son los que sirven para calcular los tiempos tipo por este procedimiento.

Muestreo. Este sistema se utiliza cuando hay que calcular los tiempos de gran número de tareas hechas en puestos de trabajo diferentes. Para su ejecución práctica es preciso disponer de un reloj registrador de tiempo que nos indique la hora de comienzo de terminación de cada tarea. La fórmula que nos determina el tiempo tipo por pieza es:

$$Tp = (TE \times p \times FR \times (1 + K))/n \quad (2)$$

TE: Si en un puesto de trabajo determinado se producen n piezas, y se ha anotado un reloj registrador, el comienzo y el fin de la tarea, la diferencia de esas dos lecturas nos indica el Tiempo empleado = TE

p: Si el analista de tiempos, al observar cada puesto de trabajo (siguiendo las técnicas de muestreo) anota si el operario está trabajando o parado, el recuento de los datos tomados, nos permite calcular el % tiempo que está trabajando o parado.

p: es el % medio que el operario está trabajando determinado por muestreo.

(TE x p), se define como tiempo de reloj **(TR)**. **FR:** se llama «factor de ritmo».

K: es el suplemento de descanso. **n:** es el número de piezas que contiene el lote, cuyo tiempo se está midiendo.

Tiempos predeterminados. Los sistemas de medición de tiempos tipo, según valores predeterminados, se basan en analizar los movimientos elementales que constituyen el ciclo a medir, cuyos valores tipo aparecen en tablas, en función de su nivel de actuación.

Los diversos elementos en que se ha descompuesto la tarea no son otra cosa que micromovimientos similares a los therbligs y medidos en la unidad de tiempo denominada UMT (Unidad de medida de Tiempos), cuyo valor es:

$$1UMT = 0.00001 \text{ hora} = 1/1000.000 \text{ hora} = 0.0006 \text{ minutos} = 0.036 \text{ segundos}$$

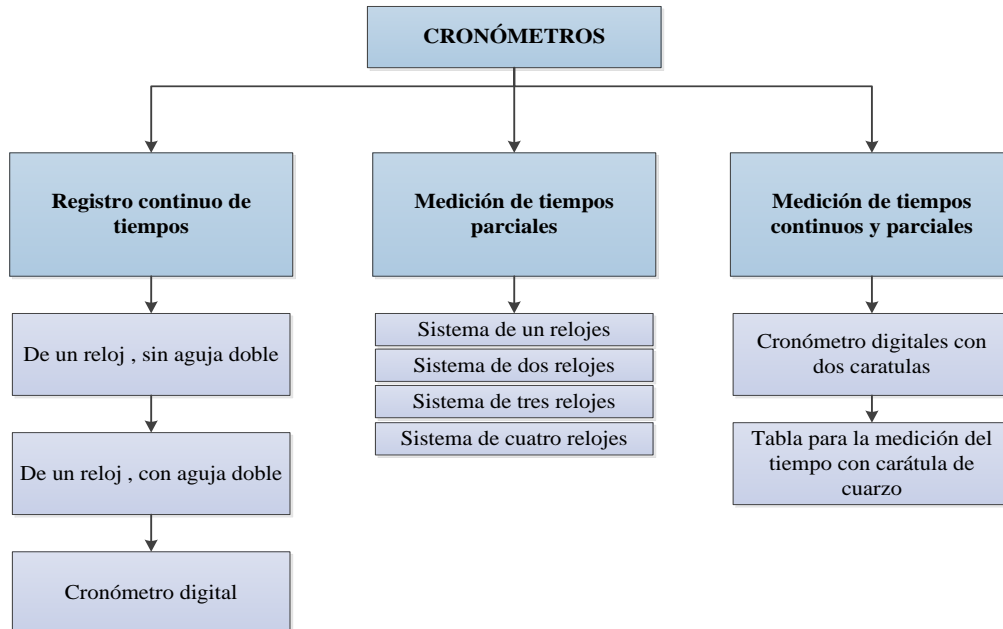
El proceso seguido por este sistema, para calcular valores tipo, es el siguiente:

Descomponer la tarea en sus micromovimientos elementales. Valorar cada micromovimiento utilizando las tablas correspondientes. Determinar el tiempo tipo de la tarea por la suma de los tiempos elementales, deducidos de las tablas, de los diversos micromovimientos que constituyen el trabajo estudiado.

Datos Tipo. De una manera parecida a la explicada en los tiempos predeterminados, también se miden en la industria y se calculan tiempos tipo con la ayuda de tablas, elaboradas en la propia empresa cuyos valores se han determinado realizando mediciones con un cronómetro. (BACA, 2007 págs. 224, 225, 226)

2.11 El cronometraje

Figura 3. Organigrama para cronómetros



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml#ixzz2hjaXTv3R>

El cronometraje es el procedimiento más utilizado por las industrias para calcular los tiempos tipo de las diversas tareas. Su determinación se realiza según la conocida expresión: (VELASCO, 2007 pág. 367)

$$T_p = T_R \times F_R \times (1 + K)$$

K = suplemento de trabajo. Posteriormente emplearemos el factor **TN** = Tiempo Normal Como ya quedó definido en el capítulo anterior. Cuyo valor es:

$$T_N = T_R \times F_R \quad (3)$$

2.11.1 Proceso del cronometraje: La técnica empleada para calcular el tiempo tipo de una tarea determinada consiste en descomponerla en las diversas partes que la forman, denominadas elementos y calcular cada uno de ellos. La suma de los tiempos tipo elementales determinan el valor del tiempo de la tarea.

En el lugar de trabajo:

- Análisis de la tarea.
- Observación y anotación de la información.
- Identificación del trabajo
- Elección del operario a medir
- Análisis de las condiciones del puesto Ambientales
- Máquinas, Herramientas
- Características del material
- Características de la maquinaria
- Croquis del puesto
- Descripción del método y su descomposición en elemento
- Toma de datos.
- Valoración de ritmos.
- Anotación de tiempos de reloj.
- Cálculo del número de observaciones.

Oportunidades de ahorros mediante la aplicación de la Ing. de métodos y el estudio de tiempos (ALFORD, 1991 págs. 146,147)

2.12 Ergonomía

Figura 4. Ejemplo de asiento ergonómicos



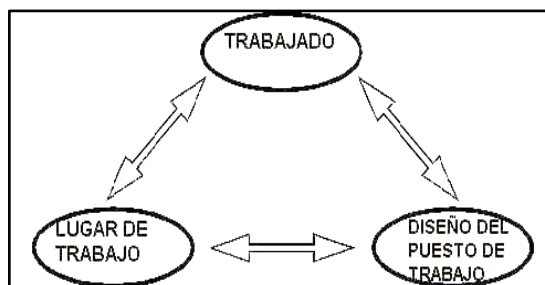
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos73/factor-humano-ergonomia/image004.jpg>

¿Qué es la ergonomía? Cada día las máquinas efectúan más trabajos. Esta difusión de la mecanización y de la automatización acelera a menudo el ritmo de trabajo y puede hacer en ocasiones que sea menos interesante.

Una de las consecuencias del trabajo manual, además del aumento de la mecanización, es que cada vez hay más trabajadores que padecen dolores de la espalda, dolores de cuello, inflamación de muñecas, brazos y piernas y tensión ocular.

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores).

Figura 5. Relación entre, trabajador-lugar de trabajo-diseño del puesto de trabajo



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml#ixzz2hqU5Bs9y>

La ergonomía es una ciencia de amplio alcance que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendidos factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, el de las herramientas, el de las máquinas, el de los asientos y el calzado y el del puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas.

La información de este módulo se limitará a los principios básicos de ergonomía tocante al trabajo que se realiza sentado o de pie, las herramientas, el trabajo físico pesado y el diseño de los puestos de trabajo.

Se puede utilizar la ergonomía para evitar que un puesto de trabajo esté mal diseñado si se aplica cuando se concibe un puesto de trabajo, herramientas o lugares de trabajo. Así, por ejemplo, se puede disminuir grandemente, o incluso eliminar totalmente, el riesgo de que un trabajador padezca lesiones del sistema ose muscular si se le facilitan herramientas manuales adecuadamente diseñadas desde el momento en que comienza

una tarea que exige el empleo de herramientas manuales. (ALFORD, 1991 págs. 146,147)

Estrategia en seis puntos para aplicar mejoras ergonómicas en el lugar de trabajo

Entrar en contacto con otros trabajadores

- Distribuir hojas de información o folletos en el trabajo.
- Escuchar lo que otras personas tienen que decir acerca de las cuestiones relativas a la ergonomía.
- Escribir los nombres y zonas de trabajo de las personas que experimentan síntomas que puede sospecharse que están provocados por la inaplicación de los principios de la ergonomía.

Recoger información para identificar las zonas con problemas

Estudiar las zonas en las que se sospecha que hay un problema

- Recorrer las zonas con problemas y analizar las tareas laborales.
- Empezar a pensar en soluciones, por ejemplo, elevar las mesas, que el trabajo se efectúe por rotación, etc.

Recoger recomendaciones de:

- Los trabajadores afectados;
- Los trabajadores de mantenimiento y reparación;
- El departamento sindical de salud y seguridad (si existe);
- Otros especialistas en salud y seguridad.

Impulsar los cambios necesarios: El apoyo de los trabajadores (más la pertinente documentación) le alentará a usted para conseguir con la dirección que en los convenios colectivos se tenga en cuenta la salud y seguridad, se atiendan las quejas u otros acuerdos.

Comunicar con los trabajadores: La comunicación en ambos sentidos es importante para fomentar y mantener la solidaridad dentro del sindicato. (www.monografias.com, 2010)

Resumen. La ergonomía es una ciencia que, si se aplica con eficacia, puede mejorar considerablemente las condiciones de trabajo. Se pueden hacer mejoras diseñando o rediseñando correctamente la manera en que se efectúan las tareas, el contenido de

éstas, los métodos con los que se manipula o instala el equipo, la manera en que se fijan los horarios laborales, el equipo para efectuar un trabajo, etc.

Unos cambios positivos en estos terrenos u otros pueden ayudar a evitar lesiones y enfermedades físicas o psicológicas provocadas por falta de atención a los principios de la ergonomía en el lugar de trabajo.

La aplicación de las mejoras ergonómicas no tiene que ser complicada ni difícil. El sindicato, los trabajadores y la dirección deben colaborar para evaluar las zonas con problemas prioritarias y concebir soluciones.

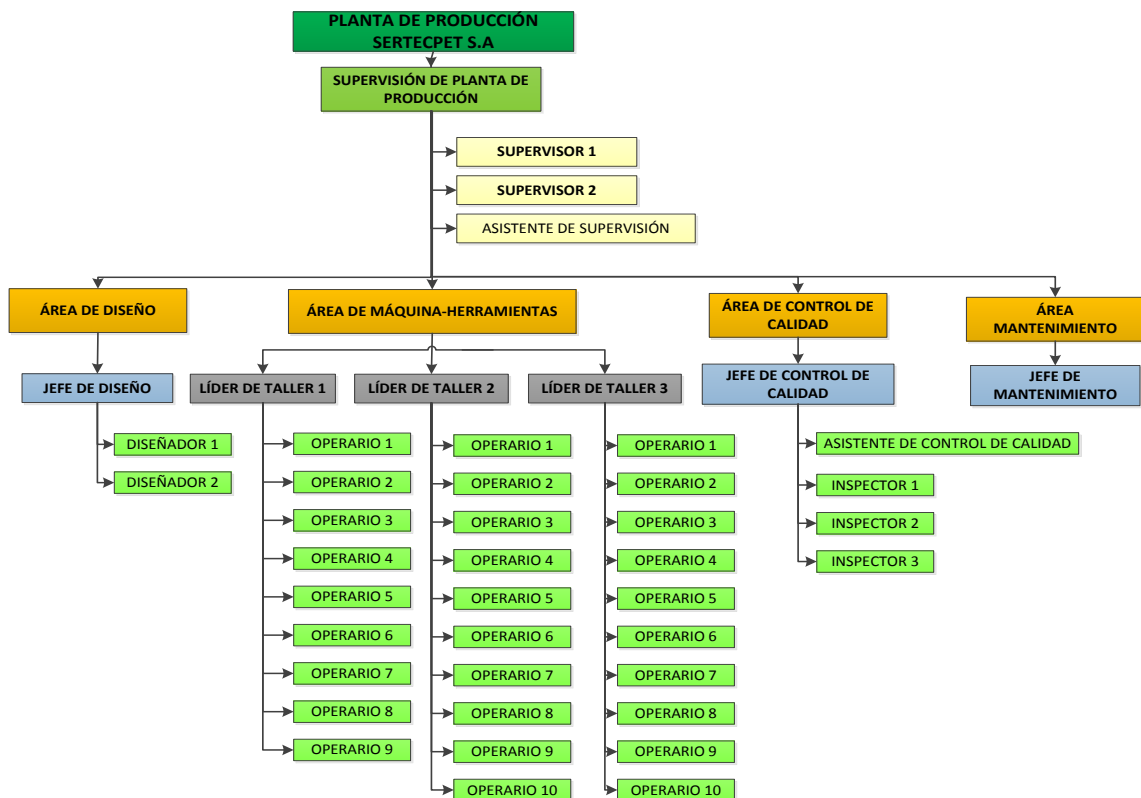
CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Análisis del proceso

3.1.1 Organigrama estructural. La planta de producción cuenta con el siguiente Organigrama:

Figura 6. Organigrama estructural de la planta producción SERTECPET S.A



Fuente: SERTECPET S.A

3.2 Identificación y mercado del producto

3.2.1 Identificación del estado de los productos terminados. Únicamente aquellos productos que pasen las pruebas de control de calidad rigurosa y END, por el personal

responsable de calidad pasa a ser un producto conforme, la identificación del producto terminado es de un color oscuro debido al Fosfatizado o nitrurado.

Figura 7. Producto terminado



Fuente: SERTECPET S.A

3.2.2 Mercado del producto. Como testimonio de nuestra experiencia dentro del bombeo hidráulico, diseño y construcción de herramientas, estamos sirviendo y trabajando con empresas de primer nivel del sector petrolero a nivel nacional y de América del sur.

Garantizamos una producción petrolera e industrial de excelencia; mediante la provisión de equipos, herramientas, personal y servicios técnicos, bajo estrictos estándares mundiales de calidad demostrados en compañías como:

Cliente interno:

- Bodega

Cliente externo

- LUMBAQUI OIL
- PECOM S.A.
- PETROBELL
- PETROAMAZONAS EP
- EP PETROECUADOR

3.3 Análisis del proceso actual

3.3.1 *Identificación de los productos de mayor demanda de fabricación.* Los productos que se fabrican en SERTECPET S.A, son:

3.3.1.1 *Bomba Jet Claw Conv 3 ½”*

Figura 8. Bomba Jet Claw



Fuente: SERTECPET S.A

Principio. Se basa en el principio de Venturi, que consiste en el paso de un fluido a través de un área reducida donde se produce un cambio de energía potencial a cinética, originado en la salida de la boquilla y provocando una succión del fluido de formación.

Estos fluidos entran en un área constante llamada garganta; luego, la mezcla de los fluidos sufren un cambio de energía cinética a potencial a la entrada de un área expandida llamada difusor, donde la energía potencial es la responsable de llevar el fluido hasta la superficie.

Tabla 4. Características de Bomba Jet Claw Conv

Material	AISI 4340	AISI 316	M 303
Fluencia	100 000 psi	39 000 psi	85 000 psi
Resistencia a la corrosión	Buena	Muy buena	Excelente
Resistencia a la abrasión	Buena	Mala	Excelente
Tratamiento térmico	Nitruración	Ninguno	Ninguno

Fuente: SERTECPET S.A

Aplicaciones

- En el caso de evaluaciones o producciones tempranas se requiere de una unidad de superficie portátil. En pozos productores se requiere de una unidad estacionaria.
- El fluido motriz que se puede utilizar en este sistema es: agua, petróleo, diésel u otros, el fluido de retorno puede ser almacenado en tanques o enviados a una estación de producción, permitiendo medir en los dos casos el caudal de inyección, producción y gas.

- Con este tipo de levantamiento artificial no existen limitaciones de profundidad o temperatura, la bomba Jet Claw® puede ser instalada en completaciones de fondo simples o dobles.

Ventajas

- Consta de once partes, ninguna de ellas móviles.
- La reparación y mantenimiento se realiza en solo quince minutos.
- Son construidas en acero de alta calidad con tratamiento térmico, lo cual prolonga su vida útil en ambientes severos.
- Puede generar diferenciales de presión en la formación sin necesidad de hacer cambio de bomba.
- Los costos operativos son bajos.

Ver Anexo A. Partes de la Bomba Jet Claw

3.3.1.2 *Standing Valve 3 ½"*

Figura 9. Standing Valve



Fuente: SERTECPET S.A

Principio

- Esta válvula se aloja en un NO.GO, y forma parte del ensamble de fondo, que está diseñada para mantener la presión por arriba, mientras los fluidos fluyen desde el fondo.
- Es una válvula de retención conformada por una bola, un asiento y un By pass que se abre cuando se recupera el standing del fondo del pozo.
- Se dispone de standing valve para No.Go y para cavidades (standing valve de producción).

Aplicaciones

- Se utiliza como válvula check para permitir el flujo en un solo sentido.
- Mantener el fluido en la tubería de producción, para evitar que contamine a la formación productora.

- Esta válvula puede ser corrida y recuperada solo con unidad de cable liso o flexible.
- El standing valve de producción utilizado para cavidades, se usa como asiento para bomba jet y para evitar la pérdida del nivel de fluido.

Tabla 5. Materia de fabricación de los Standing Valve

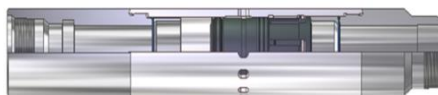
MATERIAL	AISI 4340	M 303
FLUENCIA	100 000 psi	85 000 psi
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	BUENA	EXCELENTE
RECUBRIMIENTO	NITRURACIÓN	NINGUNO
DUREZA	42-45 RC	30-34 RC

Fuente: SERTECPET S.A

Ver Anexo B. Partes de Standing Valve

3.3.1.3 Camisa “SL” 3 ½”

Figura 10. Camisas “SL”



Fuente: SERTECPET S.A

Principio. La camisa Tipo “SL”, es una válvula de subsuelo diseñada específicamente para las completaciones de fondo, se utiliza para comunicar el tubing con el espacio anular en completaciones de pozos con arenas de producción diferentes. También sirve para alojar la bomba jet para pruebas o producción.

Aplicación. Esta herramienta aloja la bomba jet para pruebas de producción o completaciones definitivas. Generalmente son colocadas cerca del intervalo de la zona o arena productora, permitiendo únicamente la producción de los fluidos de esta zona.

Ventajas

- Diámetros de sello pulidos para evitar daño de elementos sellantes.
- En caso de que el Closing Sleeve no cierre la camisa se pueden utilizar otros accesorios para este fin, cuyo sistema de sellos se fundamenta en chevron

Packing. Selección del material: Upper y Lower pueden ser de acero aleado o inoxidable, realizando tratamiento térmico de acuerdo a normas internacionales.

- El Housing es recubierto para evitar la corrosión y brindar un sello seguro para el closing.

Ver Anexo C. Partes de la Camisa “SL”

3.3.1.4 No.Go 3 ½”

Figura 11. NO.GO



Fuente: SERTECPET S.A

El NO.GO TIPO SR, es un elemento de las completaciones de fondo que permite alojar herramientas, tales como: standing valves para pruebas en el tubing, instrument hanger, stoppers, registradores de presión para cierre de pozos y otros trabajos.

Características y ventajas. Tiene en su interior un acabado muy liso para que se acople los sellos de cualquier herramienta, dispone de dos modelos: F y R El No.Go modelo “F” permite que la Herramienta se aloje en la parte superior, mientras que el tipo R hace que la herramienta se asiente en la parte inferior.

3.4 Análisis de los métodos de trabajo

Actualmente la planta de producción establece órdenes de producción emitidas por el departamento de bodega; en concordancia, con la supervisión de planta de producción planifican los lotes fabricados mensual y anualmente. Las principales referencias producidas que representan el 100% de la producción total de la planta de:

- Bomba jet Claw 3 ½”
- Standing valves 3 ½”

- Camisas 3 ½"
- NO.GO 3 ½"

Debido a la variación constante producción por lote, el análisis de los métodos actuales de trabajo se realizará en base a las referencias más representativas de las diferentes líneas de producción, donde se ha seleccionado las órdenes de producción fabricadas en año 2012, siendo estos los productos de mayor rotación.

Producción anual 2012 de Bomba Jet Claw 3 ½"

Tabla 6. Producción anual 2012 Bomba Jet Claw 3 ½"

PIEZAS FABRICADAS AÑO 2012 (PARTES DE BOMBAS)			
N° Parte	Código	Cantidad construida	Descripción
1	7C-35-27539-0	113	HOUSING THROAT F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75
2	7C-35-28133-0	82	FISHING NECK F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.81"
3	7C-35-28186-0	142	UPPER PACKING MANDREL F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2"
4	7C-35-27562-0	81	OUTER TUBE F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75" &
5	7C-23-18158-1	204	NOZZLE RETAINER F/ ALL PUMPS JET CLAW® CONVENTIONAL AND REVE
6	7C-35-27539-0	113	HOUSING THROAT F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75
7	7C-35-27518-1	80	DIFUSSER F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75" & 2.
8	7C-35-27520-0	153	DISCHARGE BODY F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75
9	7C-35-27501-0	70	ADAPTER EXTENSION F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2
10	7C-35-28113-2	516	CENTER ADAPTER F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.81
11	7C-35-28123-2	398	END ADAPTER F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.81"
12	7C-35-28108-0	99	BOTTOM PLUG F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.81"
13	7C-35-28114-4	170	CHEVRON PACKING 2.81" F/PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2"
14	7C-35-27532-0	116	FILTER F/ PUMP JET CLAW® CONVENTIONAL, 3-1/2" x 2.75" & 2.81
TOTAL		2337	

Fuente: SERTECPET S.A

Producción anual 2012 Standing valve 3 ½"

Tabla 7. Producción anual 2012 de Standing Valves 3 ½"

PIEZAS FABRICADAS - AÑO 2012 (PARTES DE STANDING VALVES)			
N° Parte	Código	Cantidad construida	Descripción
1	T-1858344	474	FISHING NECK F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75" &
3	T-1858695	1.171	SEAT F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75" & 2.81" A
4	T-1858238	480	BY-PASS MANDREL F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75
5	T-1858319	467	EQUALIZING SLEEVE F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.
6	T-1858614	10	PACKING MANDREL F/ STANDING VALVE TYPE "F" 3-1/2" x 2.75"
7	T-1858317	323	END ADAPTER F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75"
8	T-1858264	334	CENTER ADAPTER F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75"
9	T-1858670	504	RETAINER NUT F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2" x 2.75" &
11	T-1858266	180	CHEVRON PACKING TEFLON F/ STANDING VALVE TYPE "F & R" 3-1/2"
TOTAL		3.943	

Fuente: SERTECPET S.A

Producción anual 2012 de Camisa "SL" 3 ½"

Tabla 8. Producción anual 2012 de Camisa “SL” 3 ½”

PIEZAS FABRICADAS - AÑO 2012 (PARTES DE SLIDING SLEEVE)			
N° Parte	Código	Cantidad construida	Descripción
1	4SL-35EU-27550-0	4	LOWER SUB F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.75" SEA
3	4SL-35EU-27539-0	316	HOUSING F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.75
4	4SL-35EU-27586-0	4	UPPER SUB F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.75" SEA
5	4SL-35EU-27511-0	133	CLOSING SLEEVE A F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.
6	4SL-35EU-27512-0	134	CLOSING SLEEVE B F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.
7	4SL-35EU-27515-1	886	CENTER ADAPTER FOR O' RING F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU
8	4SL-35EU-27516-1	1.123	END ADAPTER FOR O-RING F/ SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU x
TOTAL		2600	

Fuente: SERTECPET S.A

Producción anual 2012 de NO.GO 3 ½”

Tabla 9. Producción anual 2012 de NO.GO 3 ½”

PIEZAS FABRICADAS - AÑO 2012 (NO.GO)			
Producción	Código de artículo	Nombre	Cantidad
OP_00000380	N-6083192	NO-GO NIPPLE TYPE "R", 3-1/2" EUE THD. CONN., 2.75" SEAL BOR	227

Fuente: SERTECPET S.A

3.5 Identificación del tipo de fabricación

El tipo de fabricación en la planta de producción de SERTECPET S.A, es de flujo intermitente la cual se caracterizan por la producción de lotes a intervalos intermitentes o bajo pedido, para mantener un stock de productos.

3.6 Descripción del proceso actual de producción

3.6.1 Recepción y almacenaje de la materia prima. Para la fabricación de los productos en la planta de Producción, utilizamos materiales certificados bajo las Normas AISI: 4340; 4140 y 316; M303 etc., los mismos que son garantizados por nuestros proveedores, mediante los respectivos certificados en ecuador: Bull Supply, Aceros Bohler y Ivan Bohman. Para garantizar a sus clientes un producto de alta calidad.

Una vez que ingresa la materia prima por medio de camiones o trailers a la empresa, son dirigidos a la zona de almacenamiento de acuerdo al tipo de acero y mediante un código de colores lo que ayuda a identificarlo de manera más rápida.

AISI 4340  AISI 4140 

Figura 12. Almacenaje de la materia prima



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.2 *Proceso de corte.* El proceso se lo realiza en una sierra CN (Control numérico), donde los cortes se los realiza de manera automática y de suma facilidad.

Figura 13. Proceso de corte



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.3 *Proceso de torneado CNC.* Se lleva a cabo en los tornos CNC, facilitando al operario a realizar su trabajo; además, permite realizar diferentes operaciones como: cilindrado, desbastado, roscado, perforado horizontal, conicidades entre otros con la mínima fatiga.

Figura 14. Proceso de torneado CNC



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.4 Proceso de fresado CNC. Se realiza en la fresadora CNC, tales como; un planeado, perforado vertical, ranuras entre otros.

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta, mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. Mediante el fresado es posible mecanizar los más diversos materiales como la madera, acero, fundición de hierro, metales no férricos y materiales sintéticos, superficies planas o curvas.

Figura 15. Proceso de fresado CNC



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.5 *Proceso de marcado.* Luego de haber sido mecanizado el producto, se procede al marcado mediante una máquina de marcado, contralado por computadora especificando:

Tabla 10. Marcado

Número de pieza	Número de orden	código	Material	Fecha de fabricación
<u>01</u>	<u>OP-2460</u>	<u>(4SL-35EU-28150-0)</u>	<u>AISI 4140</u>	<u>03/2013</u>

Fuente: SERTECPET S.A

Donde 4SL es:

4SL = Camisas “SL”

T = Standing Valves

7C = Bomba Jet Claw

N = NO.GO

Figura 16. Proceso de marcado



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.6 *Proceso de control de calidad.* Se realiza un control de calidad riguroso para todos los productos fabricados en la planta de producción, los productos que cumplan con los estándares de calidad requerido por el cliente son enviadas inmediatamente al Fosfatizado al Zinc o Nitruración y liberado a bodega.

Figura 17. Proceso de control de calidad



Fuente: SERTECPET S.A

3.6.7 *Proceso de END.* Se realizan las pruebas de ensayos no destructivos (END) con partículas magnéticas, con ayuda de una luz negra (ULTRAVIOLETA), nos permite visualizar la discontinuidad superficial del material, lo que no se puede observar a simple vista.

Figura 18. Proceso de END



Fuente. SERTECPET S.A

3.6.8 *Proceso tratamiento termo-químico:*

Fosfatizado: En este proceso se realiza un recubrimiento térmico, cuya finalidad es proteger a la herramienta de la corrosión.

Este es un proceso mediante el cual se forma una capa oscura de fosfato sobre una base de hierro, zinc o aluminio.

Figura 19. Fosfatizado



Fuente: SERTECPET S.A

Nitrurado: Es un proceso a destajo que se realiza en la ciudad de Quito por Aceros Bohler.

Figura 20. Nitrurado



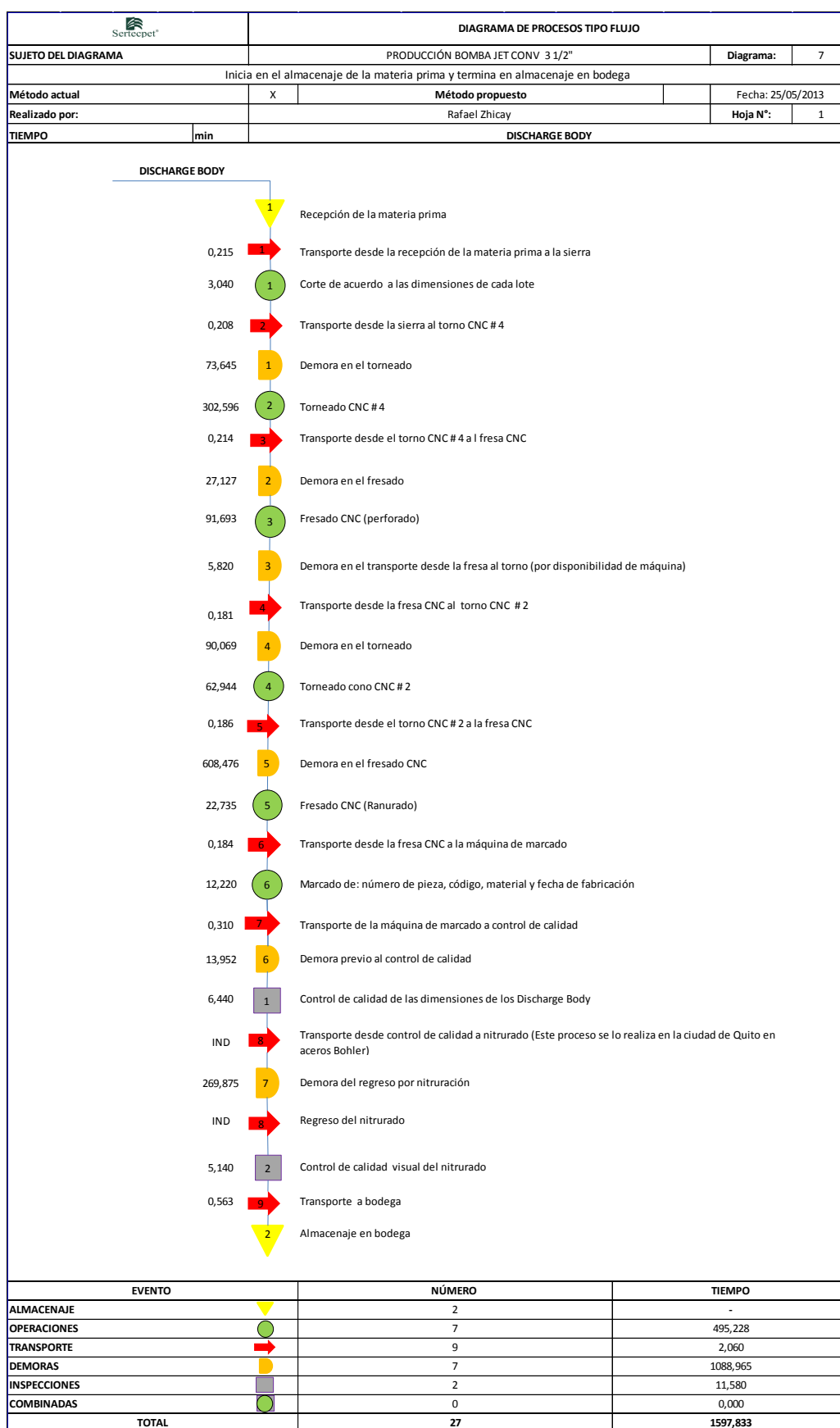
Fuente: SERTECPET S.A

3.7 Empleo de diagramas en la preparación de los procesos

3.7.1 Diagrama de procesos actuales de:


3.7.1.1 Bomba Jet Conv 3 ½"

Figura 21. Diagrama de procesos tipo flujo Discharge Body



Fuente: Autor

Tabla 11. Diagrama de procesos Discharge Body

<div><div>Sertecpet®</div><div>DIAGRAMA DE PROCESOS</div></div>										
EMPRESA:			SERTECPET S.A			OPERARIO:			OPERADOR CNC	
DEPARTAMENTO			PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:			<input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO	
SUJETO DEL DIAGRAMA:			PRODUCCIÓN DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			FECHA:			15/04/2013 - 07/06/2013	
DISCHARGE BODY: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina en almacenaje en bodega						HECHO POR:			Rafael Zhicay	
						HOJA N°:			1	
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	1	-	-	1	○	⇒	□	□	▽	Recepción de la materia prima
2	1	10,2	0,215	1	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra
3	1	-	3,040	1	●	⇒	□	□	▽	Corte de acuerdo a las dimensiones de cada lote
4	1	40,1	0,208	2	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde la sierra al torno CNC # 4
5	1	-	73,645	1	○	⇒	□	□	▽	Demora en el torneado
6	1	-	302,596	2	●	⇒	□	□	▽	Torneado CNC # 4
7	1	57,3	0,214	3	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 4 a l fresa CNC
8	1	-	27,127	2	○	⇒	□	□	▽	Demora en el fresado
9	1	-	91,693	3	●	⇒	□	□	▽	Fresado CNC (perforado)
10	1	-	5,820	3	○	⇒	□	□	▽	Demora en el transporte desde la fresa al torno (por disponibilidad de máquina)
11	1	9	0,181	4	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde la fresa CNC al torno CNC # 2
12	-	-	90,069	4	○	⇒	□	□	▽	Demora en el torneado
13	1	-	62,944	4	●	⇒	□	□	▽	Torneado cono CNC # 2
14	1	9	0,186	5	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 2 a la fresa CNC
15	-	-	608,476	5	○	⇒	□	□	▽	Demora en el fresado CNC
16	1	-	22,735	5	●	⇒	□	□	▽	Fresado CNC (Ranurado)
17	1	4,8	0,184	6	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde la fresa CNC a la máquina de marcado
18	1	-	12,220	6	●	⇒	□	□	▽	Markado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación
19	1	15,3	0,310	7	○	⇒	□	□	▽	Transporte de la máquina de marcado a control de calidad
20	1	-	13,952	6	○	⇒	□	□	▽	Demora previo al control de calidad
21	1	-	6,440	1	○	⇒	□	■	▽	Control de calidad de las dimensiones de los Discharge Body
22	1	IND	IND	8	○	⇒	□	□	▽	Transporte desde control de calidad a nitrurado (Este proceso se lo realiza en la ciudad de Quito en aceros Bohler)
23	1	-	269,875	7	○	⇒	□	□	▽	Demora del regreso por nitruración
24	1	IND	IND	9	○	⇒	□	□	▽	Regreso del nitrurado
25	1	-	5,140	2	○	⇒	□	■	▽	Control de calidad visual del nitrurado
26	1	IND	0,563	10	○	⇒	□	□	▽	Transporte a bodega
27	1	-	-	2	○	⇒	□	□	▽	Almacenaje en bodega
		145,7	1597,833	6	10	7	2	2	0	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%				
Operación	●	6	495,228	-		30,99%				
Transporte	⇒	10	2,060	145,7		0,13%				
Demora	□	7	1088,965	-		68,15%				
Inspección	■	2	11,580	-		0,72%				
Almacenaje	▽	2	0,000	-		0,00%				
Operación combinada	■	0	0,000	-		0,00%				
Total		27	1597,833	145,7		100,00%				

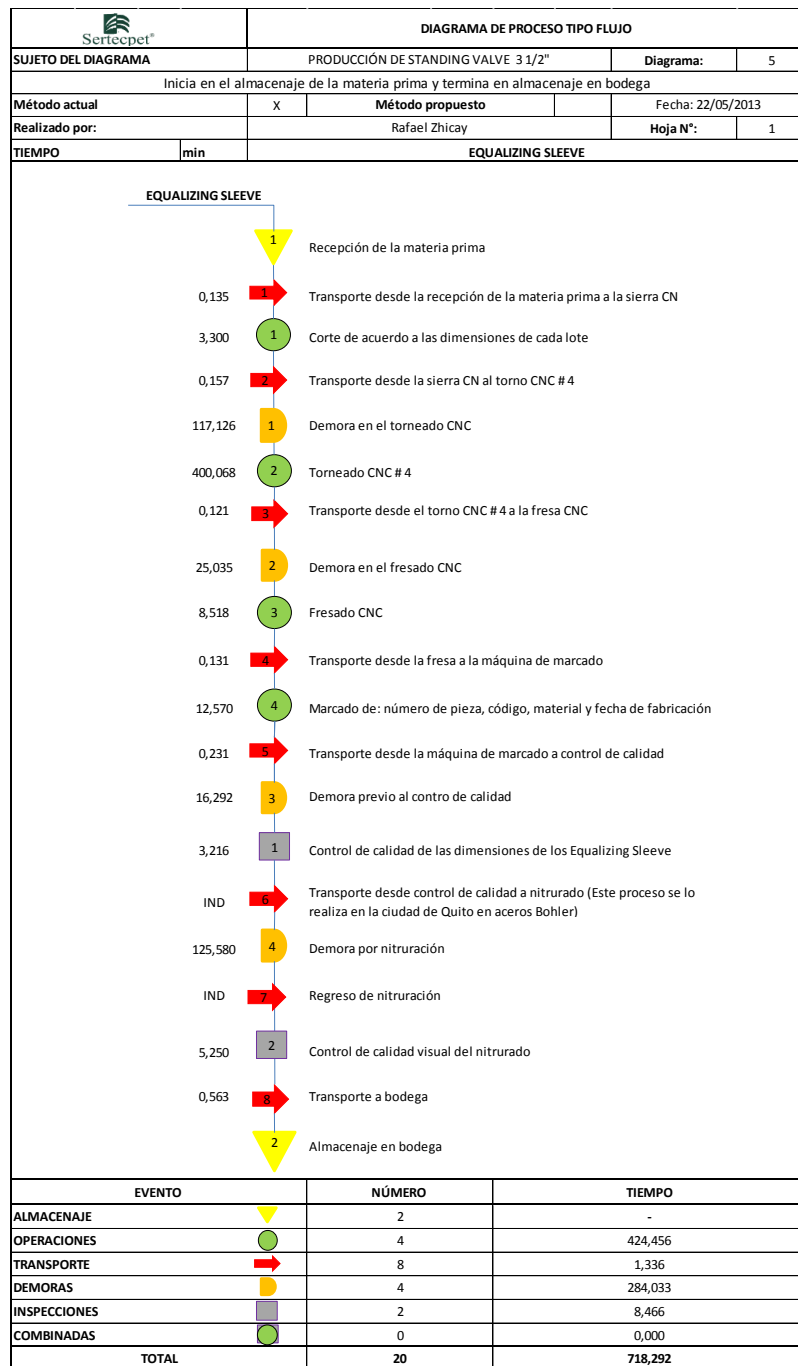
Fuente: Autor

Ver Anexo D. Diagrama de recorrido de Discharge Body

Para visualizar los diagramas de las partes de la Bomba Jet Conv 3 ½” (ver Anexo E).

3.7.1.2 Standing Valve 3 ½”

Figura 22. Diagrama de procesos tipo flujo de Equalizing Sleeve



Fuente: Autor

Tabla 12. Diagrama de procesos de Equalizing Sleeve

DIAGRAMA DE PROCESOS										
EMPRESA:		SERTECPET S.A				OPERARIO:		OPERADOR CNC		
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		X MÉTODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE STANDING VALVE				FECHA:		29/04/2013 - 22/05/2013		
EQUALIZING SLEEVE: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina en almacenaje en bodega						HECHO POR:		Rafael Zhicay		
						HOJA N°:		1		
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	1	-	-	1	○	⇒	D	□	▽	Recepción de la materia prima
2	1	10,2	0,135	1	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra CN
3	1	-	3,300	1	●	⇒	D	□	▽	Corte de acuerdo a las dimensiones de cada lote
4	1	40,1	0,157	2	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la sierra CN al torno CNC # 4
5	1	-	117,126	1	○	⇒	●	□	▽	Demora en el Torneado CNC
6	1	-	400,068	2	●	⇒	D	□	▽	Torneado CNC # 4
7	1	9,2	0,121	3	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 4 a la fresa CNC
8	1	-	25,035	2	○	⇒	●	□	▽	Demora en el fresado CNC
9	1	-	8,518	3	●	⇒	D	□	▽	Fresado CNC
10	1	4,8	0,131	4	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la fresa a la máquina de marcado
11	1	-	12,570	4	●	⇒	D	□	▽	Marcado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación
12	1	15,3	0,231	5	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la máquina de marcado a control de calidad
13	1	-	16,292	3	○	⇒	●	□	▽	Demora previo al contro de calidad
14	1	-	3,216	1	○	⇒	D	■	▽	Control de calidad de las dimensiones de los Equalizing Sleeve
15	1	IND	IND	6	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde control de calidad a nitrurado (Este proceso se lo realiza en la ciudad de Quito en aceros Bohler)
16	1	-	125,580	4	○	⇒	●	□	▽	Demora por nitruración
17	1	IND	IND	7	○	⇒	D	□	▽	Regreso de nitruración
18	1	-	5,250	1	○	⇒	D	■	▽	Control de calidad visual del nitrurado
19	1	IND	0,563	8	○	⇒	D	□	▽	Transporte a bodega
20	1	-	-	2	○	⇒	D	□	▽	Almacenaje en bodega
		79,6	718,292		4	8	4	2	2	0
TOTAL										
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%				
Operación		4	424,456	-		59,09%				
Transporte		8	1,336	79,6		0,19%				
Demora		4	284,033	-		39,54%				
Inspección		2	8,466	-		1,18%				
Almacenaje		2	0,000	-		0,00%				
Operación combinada		0	0,000	-		0,00%				
Total		20	718,292	79,6		100,00%				

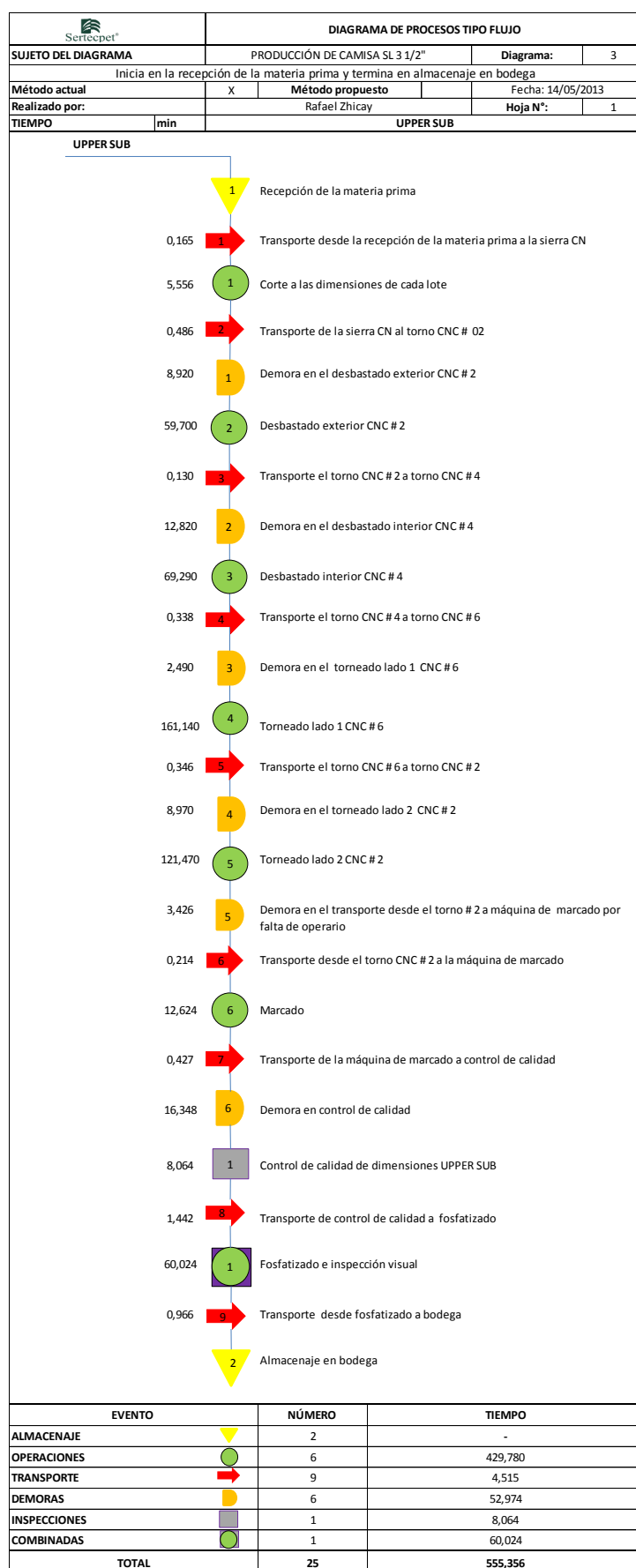
Fuente: Autor

Ver Anexo F. Diagrama de recorrido de Equalizing Sleeve

Para visualizar los diagramas de las partes de Standing Valve 3 ½" (ver Anexo G).

3.7.1.3 *Camisa "SL" 3 ½"*

Figura 23. Diagrama de procesos tipo flujo de Upper Sub



Fuente: Autor

Tabla 13. Diagrama de procesos de Upper Sub

DIAGRAMA DE PROCESOS											
EMPRESA:		SERTECPET S.A						OPERADOR CNC			
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:		X		MÉTODO PROPUESTO		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE CAMISA SL			FECHA:		24/03/2013 - 02/04/2013				
UPPER SUB: El diagrama inicia desde la recepción de la materia prima y termina en el almacenaje en bodega.					HECHO POR:		Rafael Zhicay				
					HOJA N°:		1				
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	1	-	-	1	○	⇒	D	□	▽	Recepción de la materia prima	
2	1	1	0,165	1	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra CN	
3	1	-	5,556	1	●	⇒	D	□	▽	Corte a las dimensiones de cada lote	
4	1	37	0,486	2	○	⇒	D	□	▽	Transporte de la sierra CN al torno CNC # 02	
5	1	-	8,920	1	○	⇒	●	□	▽	Demora en el desbastado exterior CNC # 2	
6	1	-	59,700	2	●	⇒	D	□	▽	Desbastado exterior CNC # 2	
7	1	1,8	0,130	3	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 2 a torno CNC # 4	
8	1	-	12,820	2	○	⇒	●	□	▽	Demora en el desbastado interior CNC # 4	
9	1	-	69,290	3	●	⇒	D	□	▽	Desbastado interior CNC # 4	
10	1	13,5	0,338	4	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 4 a torno CNC # 6	
11	1	-	2,490	3	○	⇒	●	□	▽	Demora en el torneado lado 1 CNC # 6	
12	1	-	161,140	4	●	⇒	D	□	▽	Torneado lado 1 CNC # 6	
13	1	14,6	0,346	5	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 6 a torno CNC # 2	
14	1	-	8,970	4	○	⇒	●	□	▽	Demora en el torneado lado 2 CNC # 2	
15	1	-	121,470	5	●	⇒	D	□	▽	Torneado lado 2 CNC # 2	
16	1	-	3,426	5	○	⇒	●	□	▽	Demora en el transporte desde el torno # 2 a máquina de marcado por falta de operario	
17	1	12,1	0,214	6	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 2 a la máquina de marcado	
18	1	-	12,624	6	●	⇒	D	□	▽	Marcado de número de pieza, OP, código, material y fecha de fabricación	
19	1	15,3	0,427	7	○	⇒	D	□	▽	Transporte de la máquina de marcado a control de calidad	
20	1	-	16,348	6	○	⇒	●	□	▽	Demora en control de calidad	
21	1	-	8,064	1	○	⇒	■	□	▽	Control de calidad de dimensiones UPPER SUB	
22	1	-	1,442	8	○	⇒	D	□	▽	Transporte de control de calidad a fosfatizado	
23	1	-	60,024	1	○	⇒	D	□	▽	Fosfatizado e inspección visual	
24	1	-	0,966	9	○	⇒	■	□	▽	Transporte desde fosfatizado a bodega	
25	1	-	-	2	○	⇒	D	□	▽	Almacenaje en bodega	
		95,3	555,356		6	9	6	1	2	1	TOTAL
RESUMEN											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%					
Operación		6	429,780	-		77,39%					
Transporte		9	4,515	95,3		0,81%					
Demora		6	52,974	-		9,54%					
Inspección		1	8,064	-		1,45%					
Almacenaje		2	0,000	-		0,00%					
Operación combinada		1	60,024	-		10,81%					
Total		25	555,356	95,3		100,00%					

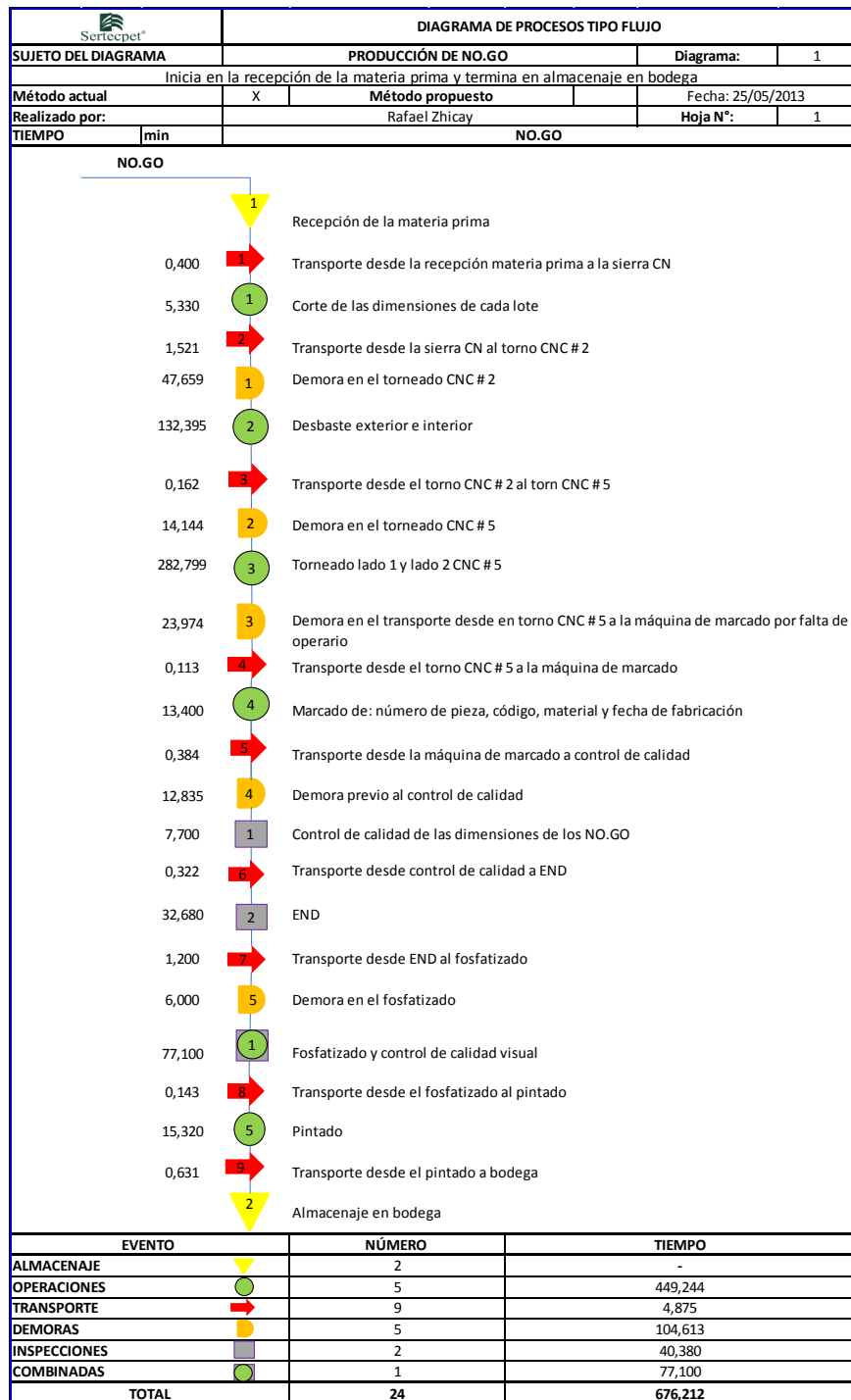
Fuente: Autor

Ver Anexo H. Diagrama de recorrido de Upper Sub

Para visualizar los diagramas de las partes de la Camisa “SL” 3 ½” (ver Anexo I).







3.7.1.4 NO.GO 3 ½”

Figura 24. Diagrama de procesos tipo flujo de NO.GO



Fuente: Autor

Tabla 14. Diagrama de procesos de NO.GO

DIAGRAMA DE PROCESOS										
EMPRESA:		SERTECPET S.A			OPERARIO:		OPERADOR CNC			
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:		<input checked="" type="checkbox"/>		MÉTODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>	
SUJETO DEL DIAGRAMA:		NO.GO			FECHA:		20/03/2013 - 29/03/2013			
NO.GO: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina el almacenaje en bodega					HECHO POR:		Rafael Zhicay			
					HOJA N°:		1			
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	1	-	-	1	○	⇒	□	▽	□	Recepción de la materia prima
2	1	1	0,400	1	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la recepción materia prima a la sierra CN
3	1	-	5,330	1	●	⇒	□	▽	□	Corte de las dimensiones de cada lote
4	1	39,2	1,521	2	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la sierra CN al torno CNC # 2
5	1	-	47,659	1	○	⇒	●	▽	□	Demora en el torneado CNC # 2
6	1	-	132,395	2	●	⇒	□	▽	□	Desbaste exterior e interior
7	1	13,1	0,162	3	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el torno CNC # 2 al torn CNC # 5
8	1	-	14,144	2	○	⇒	●	▽	□	Demora en el torneado CNC # 5
9	1	-	282,799	3	●	⇒	□	▽	□	Torneado lado 1 y lado 2 CNC # 5
10	1	-	23,974	3	○	⇒	●	▽	□	Demora en el transporte desde en torno CNC # 5 a la máquina de marcado por falta de operario
11	1	11,2	0,113	4	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el torno CNC # 5 a la máquina de marcado
12	1	-	13,400	4	●	⇒	□	▽	□	Marcado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación
13	1	15,3	0,384	5	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la máquina de marcado a control de calidad
14	1	-	12,835	4	○	⇒	●	▽	□	Demora previo al control de calidad
15	1	-	7,700	1	○	⇒	□	▽	□	Control de calidad de las dimensiones de los NO.GO
16	1	11,2	0,322	6	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde control de calidad a END
17	1	-	32,680	2	○	⇒	□	▽	□	END
18	1	-	1,200	6	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde END al fosfatizado
19	1	-	6,000	5	○	⇒	●	▽	□	Demora en el fosfatizado
20	1	IND	77,100	1	○	⇒	□	▽	●	Fosfatizado y control de calidad visual
21	1	8	0,143	8	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el fosfatizado al pintado
22	1	-	15,320	5	●	⇒	□	▽	□	Pintado
23	1	IND	0,631	9	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el pintado a bodega
24	1	-	-	2	○	⇒	□	▽	□	Almacenaje en bodega
		99,0	676,212		5	9	5	2	2	1
TOTAL										
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%				
Operación 		5	449,244	-		66,44%				
Transporte 		9	4,875	99		0,72%				
Demora 		5	104,613	-		15,47%				
Inspección 		2	40,380	-		5,97%				
Almacenaje 		2	0,000	-		0,00%				
Operación combinada 		1	77,100	-		11,40%				
Total		24	676,212	99		100,00%				

Fuente: Autor

Ver Anexo J. Diagrama de recorrido de NO.GO 3 ½”

3.7.1.5 Partes conflictivas en la producción de:

- Bomba Jet Claw convencional 3 ½”
- Standing Valve 3 ½”
- Camisas “SL” 3 ½”
- NO.GO 3 ½”

En la operación de torneado. Se ha tomado en cuenta esta operación debido a que es el corazón de la producción. Cuando esta operación se detiene, ya sea por equipo defectuoso, choques de la barra, o por cualquier otro problema que pueda presentarse durante la producción, esto ocasiona grandes pérdidas de tiempo y dinero, por el cual será considerado en nuestro estudio de forma minuciosa.

Esta operación con conflictos son también conocidos como los cuellos de botella del proceso.

3.8 Diagrama de distribución actual de los puestos de trabajo

Para poder explicar de mejor manera los diagramas de los puestos de trabajo, los cuales podrán ser apreciados en el siguiente:

Ver Anexo K. Distribución actual de los puestos de trabajo

Los puestos de trabajo en el área de máquinas-herramientas están divididos de la siguiente manera:

- Sierra SN # 1
- Torno CNC # 1
- Torno CNC # 2
- Torno CNC # 3
- Torno CNC # 4
- Torno CNC # 5
- Torno CNC # 6

- Fresa CNC # 1
- Máquina de marcado MM # 1
- Torno convencional CT # 1

3.9 Control del proceso

El Control se lo realiza mediante un control y seguimiento de la producción, a base a una orden de producción (OP) donde describe la ruta, tiempo, número de lote, número de piezas y el personal que interviene en la producción.

Ver Anexo L. Modelo de la orden de producción (OP)

Además, cada máquina cuenta con su bitácora en donde se registran las actividades realizadas en cada turno.

Ver Anexo M. Modelo de la bitácora de la máquina

3.10 Descripción de paras

Tabla 15. Descripción de paras

DESCRIPCIÓN DE PARAS			
PRODUCCIÓN			
N°	SIERRA CN	TORNO CNC	FRESA CNC
1	Tiempo de arranque	Tiempo de arranque	Tiempo de arranque
2	Colocar el acero con un montacargas	Cambio de inserto	Montar y desmontar (Mandril)
3	Cambio de hoja de sierra	Fallas eléctricas	Cambio de herramienta
4	Fallas eléctricas	Cambio de turno	Cambio de turno
MANTENIMIENTO			
1	Panel de la sierra CN		
2	Mantenimiento preventivo diario (lunes 2 horas)		
3	Mantenimiento correctivo		
ADMINISTRATIVO			
1	Reuniones		
2	Retraso de la buseta		

Fuente: SERTECPET S.A

- Ejemplo visual de las paras

Figura 25. Ejemplo visual de paras # 1



Fuente: SERTECPET S.A

Figura 26. Ejemplo visual de paras # 2



Fuente: SERTECPET S.A

3.11 Estudio de métodos y tiempos

3.11.1 *Análisis de tiempo.* Esta técnica a menudo también se la conoce como medición del trabajo. Esta actividad comprende la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible que realiza una tarea determinada, con base a la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

En el presente estudio de tiempos se posee varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar, el estudio cronométrico de tiempos, recopilación computarizada de datos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

Usos del análisis de tiempos:

- Determinar programas y planificar el trabajo.
- Determinar costos tipo y ayudar a la preparación de presupuestos.
- Estimar costos de un producto previamente a su fabricación.
- Determinar la eficiencia de la máquina, número de estas que puede manejar una persona, número de personas necesarias en un grupo o cuadrilla.
- Determinar el tiempo tipo, que se han de utilizar como base para la aplicación de un sistema de primas por rendimiento a la mano de obra directa.
- Determinar tiempos tipos, que servirán de base para el control de costos de la mano de obra.

3.11.2 *Información de la operación y operario:*

- Antes de tomar el tiempo de la operación, se necesitó la colaboración del operario, tratando de que se realice la operación en tiempos normales.
- Se realizó siguiendo el método adecuado y normalizado establecido en el estudio de métodos.
- Es indiscutible que no todos los operarios tienen la misma habilidad para realizar una tarea manual, por lo que es necesario clasificarlos según su paso de trabajo.
- Un trabajador a medio paso, tendrá un factor de valoración igual a 0,5 y uno trabajando a un paso superior al normal un factor de valoración mayor que uno.

3.11.3 *Medición de tiempos.* El método usado para la lectura de cronómetro es:

Lectura continua. En el método continuo de cronometraje, se pone en marcha el reloj a principio del primer elemento y lo deja funcionar continuamente durante el periodo del estudio. Las lecturas del reloj (L), se las anotan al final de la hoja de observación de cada elemento, seguido del nombre o símbolo.

Luego de estas lecturas (L), se las vuelve a realizar una vez más de igual manera y se los anota en la segunda columna y así sucesivamente hasta tener un número suficiente de registros, una vez realizado este proceso, se van obteniendo los tiempos (T) de cada elemento.

3.11.4 Estudio de movimientos. Con el estudio de movimientos se conoció las operaciones individuales. Las técnicas utilizadas nos facilitaron ayudaron a comprender hasta el más mínimo detalle de cada operación, lo que nos ayudó a introducir mejoras en el proceso.

- Los trabajos adoptan cualquier forma concebible.
- Individuos que trabajan solos con herramientas y dispositivos de mano simples.
- Individuos que trabajan en una máquina (llamados operador máquina).
- Técnicas de estudio de los movimientos utilizados.
- Diagrama y análisis de procesos.
- Diagrama operador/máquina.
- Diagrama de recorrido.

3.11.5 Conflictos que se producen en la producción. De Bomba Jet Claw, Standing valves, Camisa y No.Go de 3 ½”, todos los productos pasan por los proceso de: corte, torneado CNC, fresado CNC, marcado y control de calidad, en donde se presentan los mismos conflictos.

En el proceso de torneado (en la preparación y en el mecanizado). Para optimizar la producción, se realizará un estudio de movimientos, en el cual se analizará la operación de torneado.

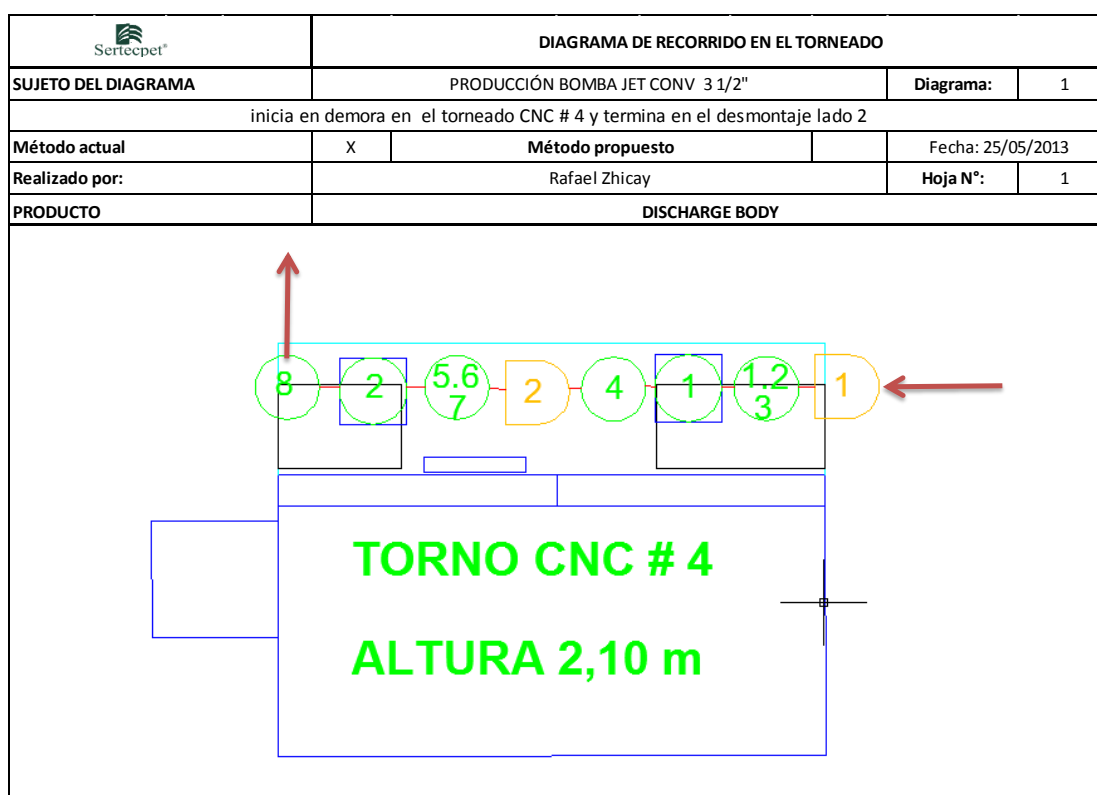
En la producción de Bomba Jet Conv 3 ½”

Tabla 16. Diagrama de procesos en el torneado de Discharge Body

Sertecpet®										DIAGRAMA DE PROCESOS EN EL TORNEADO										
EMPRESA:			SERTECPET S.A					OPERARIO:			OPERADOR CNC									
DEPARTAMENTO			PRODUCCIÓN					MÉTODO ACTUAL:			x	MÉTODO PROPUESTO								
SUJETO DEL DIAGRAMA:			PRODUDUCCIÓN DE LA BOMBA JET CONV					FECHA:			15/04/2013					- 19/05/2013				
DICHARGE BODY: El diagrama inicia en demora en el torneado lado 1 CNC # 4 y termina en el desmontaje lado 2								HECHO POR:			Rafael Zhicay									
								HOJA N°:			1									
N°	DISTANCIA (m)		TIEMPO (min)		N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO								
1	-		29,336	1	○	⇒	○	□	▽	○	Demora en el torneado lado 1 CNC # 4									
2	-		102,320	1	●	⇒	□	□	▽	○	Preparación de la máquina lado 1 CNC # 4									
3	-		0,188	2	●	⇒	□	□	▽	○	Montaje y Centrado lado 1									
4	-		4,730	3	●	⇒	□	□	▽	○	Mecanizado									
5	-		19,340	1	○	⇒	□	□	▽	○	Inspección y ajuste									
6	-		0,300	4	●	⇒	□	□	▽	○	Desmontaje lado 1									
7	-		44,309	2	○	⇒	○	□	▽	○	Demora en el torneado lado 2 CNC # 4									
8	-		132,390	5	●	⇒	□	□	▽	○	Preparación de la máquina lado 2 CNC # 4									
9	-		0,276	6	●	⇒	□	□	▽	○	Montaje y centrado lado 2									
10	-		17,560	7	●	⇒	□	□	▽	○	Mecanizado									
11	-		25,211	2	○	⇒	□	□	▽	○	Inspección y ajuste									
12	-		0,280	8	●	⇒	□	□	▽	○	Desmontaje lado 2									
	0		376,241		8	0	2	0	0	2	TOTAL									
RESUMEN																				
Actividad		Cantidad		Tiempo (min)		Distancia (m)		%												
Operación	●	8		258,045		-		68,58%												
Transporte	⇒	0		0,000		0		0,00%												
Demora	○	2		73,645		-		19,57%												
Inspección	▽	0		0,000		-		0,00%												
Almacenaje	□	0		0,000		-		0,00%												
Operación combinada	○	2		44,551		-		11,84%												
Total		12		376,241		0		100,00%												

Fuente: Autor

Figura 27. Diagrama de recorrido en el torneado Discharge Body



Fuente: Autor

Tabla 17. Diagrama hombre-máquina de Discharge Body

Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 2		DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: DISCHARGE BODY		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 4			
NOMBRE DEL OPERARIO: OPERADOR CNC		FECHA: 25/05/2013			
MÉTODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
		OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP		8,254		
4,00					
6,00					
8,00					
10,00					
12,00	Busca herramientas y solicita a bodega		21,132		
14,00					
16,00					
18,00					
20,00					
22,00					
24,00					
26,00					
28,00	Montaje de herramientas y cambio de mordazas		53,374		
30,00					
32,00					
34,00					
36,00					
38,00					
40,00					
42,00					
44,00					
46,00					
48,00					
50,00					
52,00					
54,00					
56,00					
58,00					
60,00					
62,00					
64,00					
66,00					
68,00					
70,00					
72,00					
74,00					
76,00					
78,00					
80,00					
82,00	Busca herramientas manuales e instrumentos		8,377		
84,00					
86,00					
88,00					
90,00	Edición de Programa y sensado de herramientas		41,253		
92,00					
94,00					
96,00					
98,00					
100,00					
102,00					
104,00					
106,00					
108,00					
110,00					
112,00					
114,00					
116,00					
118,00					
120,00					
122,00					
124,00					
126,00					
128,00					
130,00					
132,00	Montaje y centrado lado 2		0,276		
134,00	Mecanizado				17,560
136,00					
138,00					
140,00					
142,00					
144,00					
146,00					
148,00					
150,00	Inspección y ajuste		25,211		
152,00					
154,00					
156,00					
158,00					
160,00					
162,00					
164,00					
166,00	Desmontaje lado 2		0,280		
168,00					
170,00					
172,00					
174,00	Montaje y centrado lado 2 P2				
176,00					
178,00					
RESUMEN					
		OPERARIO		MÁQUINA	
TIEMPO INACTIVO		17,560		158,158	
TIEMPO DE TRABAJO		158,158		17,560	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		175,718		175,718	
Utilización en porcentaie		90,01%		9,99%	

Fuente: Autor

Para visualizar los diagramas de los conflictos de las partes de la Bomba Jet Conv 3 ½”
(ver Anexo N).

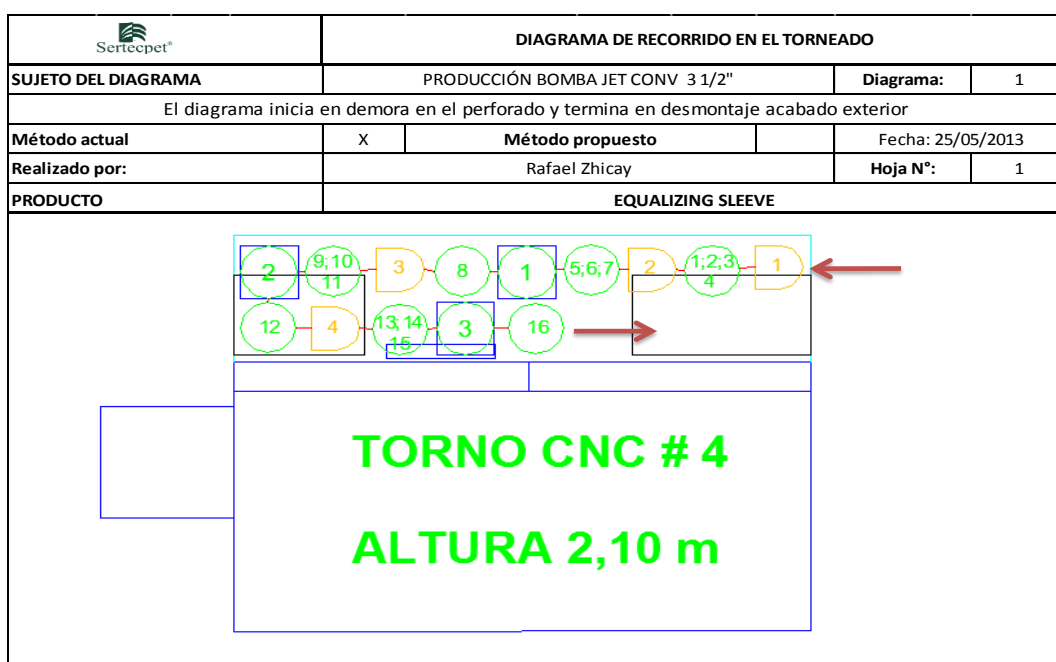
En la producción de Standing Valve 3 ½”

Tabla 18. Diagrama de procesos en el torneado de Equalizing Sleeve

DIAGRAMA DE PROCESOS EN EL TORNEADO									
EMPRESA:	SERTECPET S.A				OPERARIO:		OPERADOR CNC		
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		X	MÉTODO PROPUESTO	
SUJETO DEL DIAGRAMA:	EQUALIZING SLEEVE				FECHA:		19/04/2013 - 07/05/2013		
EQUALIZING SLEEVE: El diagrama inicia en demora en el perforado CNC # 4 y termina en desmontaje acabado exterior					HECHO POR:		Rafael Zhicay		
					HOJA N°:		1		
N°	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	-	88,674	1						Demora en el perforado CNC # 4
2	-	43,430	1						Preparación de la máquina para perforado CNC # 4
3	-	0,136	2						Montaje para perforado
4	-	5,190	3						Perforado
5	-	0,136	4						Desmontaje perforado
6	-	10,958	2						Demora en el torneado lado 1
7	-	128,320	5						Preparación de la máquina lado 1 CNC # 4
8	-	0,149	6						Montaje lado 1
9	-	8,570	7						Mecanizado
10	-	32,760	1						Inspección y ajuste
11	-	0,209	8						Desmontaje lado 1
12	-	6,754	3						Demora en el torneado lado 2
13	-	88,430	9						Preparación de la máquina lado 2 CNC # 4
14	-	0,137	10						Montaje lado 2
15	-	4,030	11						Mecanizado
16	-	12,432	2						Inspección y ajuste
17	-	0,220	12						Desmontaje lado 2
18	-	10,740	4						Demora en el acabado exterior
19	-	65,430	13						Preparación de la máquina acabado exterior CNC # 4
20	-	0,137	14						Montaje acabado exterior
21	-	2,080	15						Acabado exterior
22	-	8,122	3						Inspección y ajuste
23	-	0,150	16						Desmontaje acabado exterior
	0	517,194		16	0	4	0	0	3
TOTAL									
RESUMEN									
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%			
Operación		16	346,754	-		67,05%			
Transporte		0	0,000	0		0,00%			
Demora		4	117,126	-		22,65%			
Inspección		0	0,000	-		0,00%			
Almacenaje		0	0,000	-		0,00%			
Operación combinada		3	53,314	-		10,31%			
Total		23	517,194	0		100,00%			

Fuente: Autor

Figura 28. Diagrama de recorrido en el torneado de Equalizing Sleeve



Fuente: Autor

Tabla 19. Diagrama hombre-máquina de Equalizing Sleeve


Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		MECANIZADO LADO 1		DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: EQUALIZING SLEEVE		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 4			
NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA: 28/05/2013			
MÉTODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
		OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP		8,123		
4,00					
6,00					
8,00					
10,00					
12,00	Busca herramientas y solicita a bodega		17,154		
14,00					
16,00					
18,00					
20,00					
22,00					
24,00					
26,00					
28,00	Montaje de herramientas		49,285		
30,00					
32,00					
34,00					
36,00					
38,00					
40,00					
42,00					
44,00					
46,00					
48,00					
50,00					
52,00					
54,00					
56,00					
58,00					
60,00					
62,00					
64,00	Busca herramientas especiales		8,276		
66,00					
68,00	Edición de Programa y sensado de herramientas		45,482		
70,00					
72,00					
74,00					
76,00					
78,00					
80,00					
82,00					
84,00					
86,00					
88,00					
90,00					
92,00					
94,00					
96,00					
98,00					
100,00					
102,00					
104,00					
106,00					
108,00					
110,00					
112,00					
114,00					
116,00					
118,00					
120,00					
122,00					
124,00					
126,00					
128,00					
130,00	Montaje lado 1		0,149		
132,00	Mecanizado				8,570
134,00					
136,00					
138,00					
140,00					
142,00	Inspección y ajuste		12,432		
144,00					
146,00					
148,00					
150,00					
152,00	Desmontaje lado 1		0,220		
	Montaje				
RESUMEN					
		OPERARIO		MAQUINA	
TIEMPO INACTIVO		8,570		141,121	
TIEMPO DE TRABAJO		141,121		8,570	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		149,691		149,691	
Utilización en porcentaie		94,27%		5.73%	

Fuente: Autor

Para visualizar los diagramas de los conflictos de las partes de Standing Valve 3 ½” (ver Anexo O).

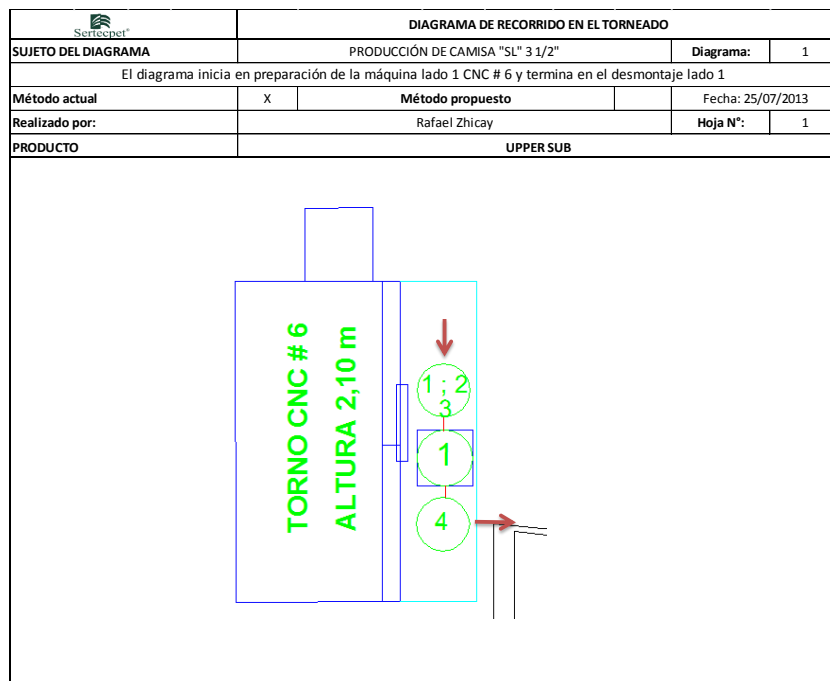
En la producción de Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 20. Diagrama de procesos en el torneado de Upper Sub

DIAGRAMA DE PROCESOS TORNEADO LADO 1										
EMPRESA:		SERTECPET S.A				OPERADOR CNC				
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		<input checked="" type="checkbox"/>	MÉTODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>	
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE CAMISA "SL" 3 1/2"				FECHA:		23/03/2013 - 29/03/2013		
UPPER SUB : El diagrama inicia en preparación de la máquina lado 1 CNC # 6 y termina en el desmontaje lado 1						HECHO POR:		Rafael Zhicay		
						HOJA N°:		1		
N°	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	-	118,450	1							Preparación de la máquina lado 1 CNC # 6
2	-	0,342	2							Montaje lado 1
3	-	11,210	3							Mecanizado
4	-	30,130	1							Inspección y ajuste
5	-	1,005	4							Desmontaje lado 1
	0	161,137		4	0	0	0	0	1	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)		%			
Operación		4	131,007		-		81,30%			
Transporte		0	0,000		0		0,00%			
Demora		0	0,000		-		0,00%			
Inspección		0	0,000		-		0,00%			
Almacenaje		0	0,000		-		0,00%			
Operación combinada		1	30,130		-		18,70%			
Total		5	161,137		0		100,00%			


Fuente: Autor

Figura 29. Diagrama de recorrido en el torneado de Upper Sub



Fuente: Autor

Tabla 21. Diagrama hombre-máquina de Upper Sub

 Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 1		DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: UPPER SUB		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 6			
NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA: 22/03/2013			
MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
		OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP		8,130		
4,00					
6,00					
8,00					
10,00	Busca herramientas y solicita a bodega		19,060		
12,00					
14,00					
16,00					
18,00					
20,00					
22,00					
24,00					
26,00					
28,00					
30,00	Montaje de herramientas		45,480		
32,00					
34,00					
36,00					
38,00					
40,00					
42,00					
44,00					
46,00					
48,00					
50,00					
52,00					
54,00					
56,00					
58,00					
60,00					
62,00					
64,00					
66,00	Busca herramientas especiales		4,430		
68,00					
70,00	Edición de Programa y sensado de herramientas		41,350		
72,00					
74,00					
76,00					
78,00					
80,00					
82,00					
84,00					
86,00					
88,00					
90,00					
92,00					
94,00					
96,00					
98,00					
100,00					
102,00					
104,00	Montaje lado 1		0,342		
106,00					
108,00	Mecanizado				11,210
110,00					
112,00					
114,00					
116,00					
118,00					
120,00					
122,00					
124,00					
126,00					
128,00	Inspección y ajuste		30,130		
130,00					
132,00					
134,00					
136,00					
138,00					
140,00					
142,00					
144,00					
146,00					
148,00					
150,00					
152,00					
154,00					
156,00					
158,00					
160,00					
162,00	Desmonta lado 1		1,005		
164,00	Montaje lado 1 P2				
RESUMEN		OPERARIO		MÁQUINA	
TIEMPO INACTIVO		11,210		149,927	
TIEMPO DE TRABAJO		149,927		11,210	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		161,137		161,137	
Utilización en porcentaje		93,04%		6,96%	

Fuente: Autor

Para visualizar los diagramas de las partes de Camisa “SL” 3 ½” (ver Anexo P).

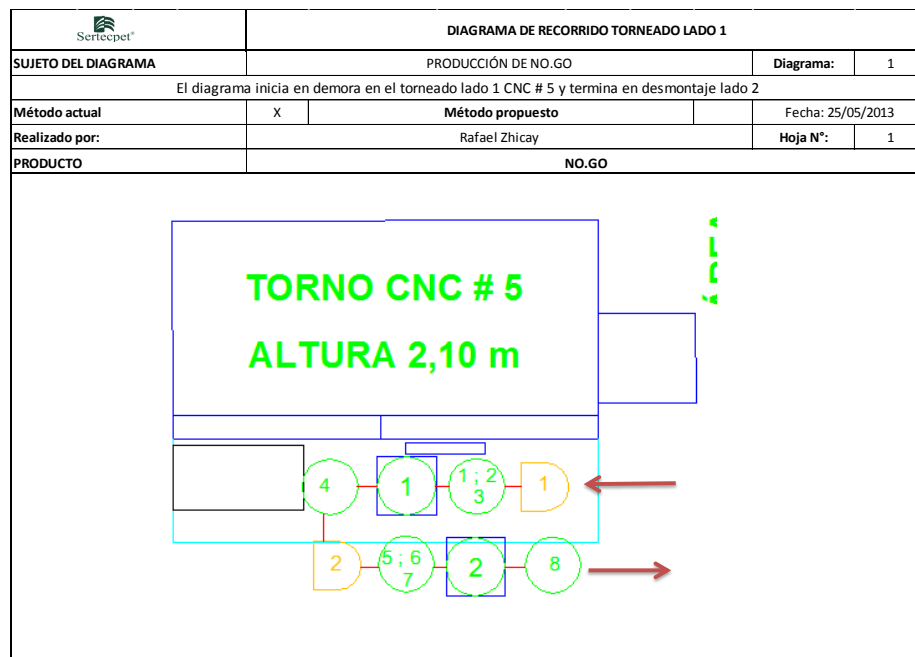
En la producción de NO.GO 3 ½”

Tabla 22. Diagrama de procesos en el torneado de NO.GO

DIAGRAMA DE PROCESOS EN EL TORNEADO LADO 1 Y LADO 2										
EMPRESA:		SERTECPET S.A				OPERARIO:		OPERADOR CNC		
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		x MÉTODO PROPUESTO		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		NO.GO				FECHA:		20/03/2013 - 26/03/2013		
NO.GO: El diagrama inicia en demora en el torneado lado 1 CNC # 5 y termina en desmontaje lado 2						HECHO POR:		Rafael Zhicay		
						HOJA N°:		1		
N°	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	-	0,336	1							Demora en el torneado lado 1 CNC # 5
2	-	114,440	1							Preparación de la máquina lado 1
3	-	0,282	2							Montaje lado 1
4	-	10,470	3							Mecanizado
5	-	21,350	3							Inspección y ajuste
6	-	0,706	4							Desmontaje lado 1
7	-	13,809	2							Demora en el torneado lado 2 CNC # 5
8	-	103,440	5							Preparación de la máquina lado 2
9	-	0,479	6							Montaje lado 2
10	-	10,570	7							Mecanizado
11	-	20,310	4							Inspección y ajuste
12	-	0,752	8							Desmontaje lado2
	0	296,944	8	0	2	0	0	2		TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)		%			
Operación		8	241,139		-		81,21%			
Transporte		0	0,000		0		0,00%			
Demora		2	14,144		-		4,76%			
Inspección		0	0,000		-		0,00%			
Almacenaje		0	0,000		-		0,00%			
Operación combinada		2	41,660		-		14,03%			
Total		12	296,944		0		100,00%			

Fuente: Autor

Figura 30. Diagrama de recorrido en el torneado de NO.GO



Fuente: Autor

Tabla 23. Diagrama hombre-máquina de NO.GO

Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA		
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 1	DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: NO.GO			ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS	
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC			N° MÁQUINA: 5	
NOMBRE DEL OPERARIO			FECHA: 22/03/2013	
MÉTODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>	MÉTODO MEJORADO <input type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	OPERARIO	MÁQUINA	
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP	8,300		
4,00				
6,00				
8,00				
10,00	Busca herramientas y solicita a bodega	16,310		
12,00				
14,00				
16,00				
18,00				
20,00				
22,00				
24,00				
26,00	Montaje de herramientas	45,370		
28,00				
30,00				
32,00				
34,00				
36,00				
38,00				
40,00				
42,00				
44,00				
46,00				
48,00				
50,00				
52,00				
54,00				
56,00				
58,00	Buscar herramientas especiales	4,000		
60,00				
62,00				
64,00				
66,00				
68,00				
70,00				
72,00				
74,00				
76,00				
78,00				
80,00				
82,00				
84,00				
86,00				
88,00				
90,00	Edición del Programa y sensado de herramientas	40,460		
92,00				
94,00				
96,00				
98,00				
100,00				
102,00				
104,00				
106,00				
108,00				
110,00				
112,00				
114,00				
116,00	Montaje lado 1	0,282		
118,00	Mecanizado			
120,00				
122,00				
124,00				
126,00	Inspección y ajuste	21,350		
128,00				
130,00				
132,00				
134,00				
136,00				
138,00				
140,00				
142,00				
144,00				
146,00	Desmonta lado 1	0,706		
148,00				
150,00	Montaje lado 1 P2			
RESUMEN				
		OPERARIO	MÁQUINA	
TIEMPO INACTIVO		10,470	136,779	
TIEMPO DE TRABAJO		136,779	10,470	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		147,249	147,249	
Utilización en porcentaje		92,89%	7,11%	

Fuente: Autor

3.11.6 Determinación del tiempo tipo. Para el estudio de tiempos tipo de trabajo, utilizamos una toma de lectura continua, la cual se lo hace en varios días para así lograr una mayor exactitud en los datos.

Pasos para determinar el tiempo tipo:

- Se realizaron tomas en diferentes días, horas y climas para garantizar que las tomas sean lo más exactas posible.
- Cada una de las operaciones a estudiar se las ha dividido en elementos.
- Para este cálculo nos servimos de una tabla, la cual nos indica el número de toma necesaria para el cálculo:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (4)$$

- *Factor de valoración.* Como no se realizó ningún estudio sobre valoración del ritmo de los obreros, entonces el factor de valoración será al 100%.
- Determinar el tiempo tipo

$$T_{NORMAL} = T_{MEDIO} \times T_{NORMAL} \quad (5)$$

$$T_{TIPO} = T_{NORMAL} + \% S \times T_{NORMAL} \quad (6)$$

3.11.7 Cálculo del tiempo tipo:

En la producción de Bomba Jet Conv 3 ½”. El tiempo tipo del Discharge Body se calculó en base a la hoja de observación:

Tabla 24. Hoja de observaciones

		HOJA DE OBSERVACIONES																												
HOJA #		1												PRODUCTO:		DISCHARGE BODY														
OPERACIÓN		TORNEADO CNC												MATERIAL:		AISI 4340														
SUPERVISOR DE PLANTA:		Galo Zurita, Gonzalo Villamarin						OPERACIÓN #		6																				
LÍDER DE TALLER:		G.P. C.CH. J.A						EXPERIENCIA:		-																				
OPERARIO		OPERADOR CNC						MÁQUINA:		CNC # 4																				
DEPARTAMENTO:		PRODUCCIÓN						ELABORADO POR:		Rafael Zhicay																				
INICIO:		FIN:		T. TRAS:				UNID. TERM: 30				T. REAL:				T. MÁQ ATENDIDAS:														
ELEMENTOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T. ELEG	T. NORMAL	
LADO 1	1	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 1	T	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	102,320	5,617	
		L	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	3,411	102,320		
	2	MONTAJE Y CENTRADO LADO 1	T	0,213	0,196	0,214	0,194	0,174	0,156	0,174	0,165	0,187	0,193	0,174	0,182	0,195	0,171	0,160	0,183	0,184	0,176	0,213	0,254	0,164	0,202	0,185	0,197	0,194		0,188
		L	3,624	3,607	3,625	3,605	3,585	3,567	3,585	3,576	3,598	3,604	3,585	3,593	3,606	3,582	3,571	3,594	3,595	3,587	3,624	3,665	3,575	3,613	3,596	3,608	3,605	102,508		
	3	MECANIZADO	T	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730		4,730
	L	8,354	8,337	8,355	8,335	8,315	8,297	8,315	8,306	8,328	8,334	8,315	8,323	8,336	8,312	8,301	8,324	8,325	8,317	8,354	8,395	8,305	8,343	8,326	8,338	8,335	107,238			
4	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	19,340	8,435			0,242			0,234				0,234					0,197				0,243				19,340			
	L	27,694	16,772	8,355	8,335	8,315	8,539	8,315	8,306	8,328	8,568	8,315	8,323	8,336	8,546	8,301	8,324	8,325	8,514	8,354	8,395	8,305	8,586	8,326	8,338	8,335	126,578			
5	DESМONTAJE	T	0,283	0,342	0,321	0,231	0,365	0,260	0,264	0,321	0,302	0,210	0,250	0,230	0,270	0,240	0,389	0,250	0,260	0,220	0,387	0,464	0,265	0,287	0,398	0,376	0,321	0,300		
	L	27,977	17,114	8,676	8,566	8,680	8,799	8,579	8,627	8,630	8,778	8,565	8,553	8,606	8,786	8,690	8,574	8,585	8,734	8,741	8,859	8,570	8,873	8,724	8,714	8,656	126,878			
LADO 2	6	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 2	T	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	4,413	132,390	18,432	
		L	32,390	21,527	13,089	12,979	13,093	13,212	12,992	13,040	13,043	13,191	12,978	12,966	13,019	13,199	13,103	12,987	12,998	13,147	13,154	13,272	12,983	13,286	13,137	13,127	13,069	259,268		
	7	MONTAJE Y CENTRADO LADO 2	T	0,232	0,281	0,311	0,343	0,254	0,232	0,423	0,254	0,221	0,312	0,223	0,243	0,312	0,243	0,354	0,275	0,332	0,254	0,175	0,253	0,254	0,234	0,315	0,286	0,286		0,276
		L	32,622	21,808	13,400	13,322	13,347	13,444	13,415	13,294	13,264	13,503	13,201	13,209	13,331	13,442	13,457	13,262	13,330	13,401	13,329	13,525	13,237	13,520	13,452	13,413	13,355	259,545		
	8	MECANIZADO	T	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560		17,560
		L	50,182	39,368	30,960	30,882	30,907	31,004	30,975	30,854	30,824	31,063	30,761	30,769	30,891	31,002	31,017	30,822	30,890	30,961	30,889	31,085	30,797	31,080	31,012	30,973	30,915	277,105		
	9	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	25,211	6,332			0,332			0,345				0,286					0,267				0,322				25,211		
		L	75,393	45,700	30,960	30,882	30,907	31,336	30,975	30,854	30,824	31,408	30,761	30,769	30,891	31,288	31,017	30,822	30,890	31,228	30,889	31,085	30,797	31,402	31,012	30,973	30,915	302,316		
	10	DESМONTAJE LADO 2	T	0,320	0,250	0,370	0,250	0,316	0,280	0,210	0,240	0,130	0,211	0,316	0,316	0,370	0,315	0,317	0,311	0,212	0,213	0,440	0,217	0,221	0,216	0,216	0,217	0,215		0,280
		L	75,713	45,950	31,330	31,132	31,223	31,616	31,185	31,094	30,954	31,619	31,077	31,085	31,261	31,603	31,334	31,133	31,102	31,441	31,329	31,302	31,018	31,618	31,228	31,190	31,130	302,596		
CONO	11	TRANSPORTE DESDE LA FRESA CNC A TORNEO CNC	T	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	
		L	75,894	46,131	31,511	31,313	31,404	31,797	31,366	31,275	31,135	31,800	31,258	31,266	31,442	31,784	31,515	31,314	31,283	31,622	31,510	31,483	31,199	31,799	31,409	31,371	31,311	302,777		
	12	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA CONO EXTERNO	T	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	58,800		
		L	77,854	48,091	33,471	33,273	33,364	33,757	33,326	33,235	33,095	33,760	33,218	33,226	33,402	33,744	33,475	33,274	33,243	33,582	33,470	33,443	33,159	33,759	33,369	33,331	33,271	361,577		
	13	MONTAJE Y CENTRADO LADO CONO EXTERNO	T	0,123	0,165	0,164	0,187	0,175	0,164	0,186	0,186	0,165	0,187	0,175	0,197	0,197	0,176	0,165	0,184	0,105	0,188	0,176	0,165	0,193	0,143	0,186	0,183	0,175		0,172
		L	77,977	48,256	33,635	33,460	33,539	33,921	33,512	33,421	33,260	33,946	33,393	33,423	33,599	33,920	33,640	33,458	33,348	33,769	33,646	33,608	33,352	33,902	33,555	33,514	33,446	361,749		
	14	MECANIZADO	T	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100		3,100
		L	81,077	51,356	36,735	36,560	36,639	37,021	36,612	36,521	36,360	37,046	36,493	36,523	36,699	37,020	36,740	36,558	36,448	36,869	36,746	36,708	36,452	37,002	36,655	36,614	36,546	364,849		
	15	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	5,320	0,154			0,142			0,172				0,172				0,174				0,183				0,143	5,320		
		L	86,397	51,510	36,735	36,560	36,639	37,163	36,612	36,521	36,360	37,046	36,665	36,523	36,699	37,020	36,740	36,732	36,448	36,869	36,746	36,708	36,635	37,002	36,655	36,614	36,689	370,169		
16	DESМONTAJE LADO CONO	T	0,132	0,123	0,143	0,142	0,154	0,143	0,164	0,164	0,154	0,184	0,154	0,176	0,165	0,185	0,174	0,154	0,156	0,182	0,195	0,164	0,154	0,243	0,243	0,154	0,154	0,166		
	L	86,529	51,633	36,878	36,702	36,793	37,306	36,776	36,685	36,514	37,230	36,819	36,699	36,864	37,205	36,914	36,886	36,604	37,051	36,941	36,872	36,789	37,245	36,898	36,768	36,843	370,335			
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN		1	TIEMPO NORMAL:				28,357	TOTAL SUPLEMENTOS: 0%				TIEMPO TIPO:												28,357				
		TIEMPO Y FECHA DE LAS TOMAS						HERRAMIENTAS:																						

Tabla 25. Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Discharge Body

	Lecturas individuales del cronómetro X	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro X²
1	0,213	0,045
2	0,196	0,038
3	0,214	0,046
4	0,194	0,038
5	0,174	0,030
6	0,156	0,024
7	0,174	0,030
8	0,165	0,027
9	0,187	0,035
10	0,193	0,037
11	0,174	0,030
12	0,182	0,033
13	0,195	0,038
14	0,171	0,029
15	0,160	0,026
16	0,183	0,033
17	0,184	0,034
18	0,176	0,031
19	0,213	0,045
20	0,254	0,065
21	0,164	0,027
22	0,202	0,041
23	0,185	0,034
24	0,197	0,039
25	0,194	0,038
Σ	4,700	0,894
N	19,538	

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{25(0,894) - (4,700)^2}}{4,700} \right)^2$$

$$N' = 19,538$$

Fuente. Autor

La fórmula nos indica que nuestro trabajo con las 19,538 tomas son confiables.

Suplementos. Los suplementos son de 0,00%, debido a que ya todo está considerado por que se está estudiando la producción real.

El tiempo tipo es calculado a partir de la segunda pieza, por lo que el preparado de la máquina y el ajuste de la primera pieza se lo realiza una sola vez para cualquier lote; además, para establecer los tiempos efectivos en ruta programada.

$$T_{\text{NORMAL}} = T_{\text{MEDIO}} \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 28,36 \text{ min} \times 1$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 28,357 \text{ min}$$

$$T_{\text{TIPO}} = T_{\text{NORMAL}} + \% S \times T_{\text{NORMAL}}$$


$$T_{\text{TIPO}} = 28,36 \text{ min} + (0,00 \% \times 28,36 \text{ min})$$

$$T_{\text{TIPO}} = 28,357 \text{ min}$$

Para visualizas los tiempo tipo de las parte de la Bomba Jet Conv 3 ½” (ver Anexo Q).

En la producción de Standing Valve 3 ½”. El tiempo tipo de Equalizing Sleeve se calculó en base a la hoja de observación.

Tabla 26. Hoja de observaciones de Equalizing Sleeve

				HOJA DE OBSERVACIONES																												
HOJA #														PRODUCTO:				SEAT														
OPERACIÓN		TORNEADO CNC												MATERIAL:				AISI 4340														
SUPERVISOR DE PLANTA:		Galo Zurita, Gonzalo Villamarin												OPERACIÓN #				6														
LÍDER DE TALLER:		G.P, C.CH, J.A												EXPERIENCIA:				-														
OPERARIO		OPERADOR CNC												MÁQUINA:				CNC # 4														
DEPARTAMENTO:		PRODUCCIÓN												ELABORADO POR:				Rafael Zhicay														
INICIO:		FIN:		T. TRAS:		UNID. TERM: 50		T. REAL:		T. MÁQ ATENDIDAS:																						
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T. ELEG	T. NORMAL				
PERFORADO	1	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA PERFORADO	T	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	43,430	5,462			
			L	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869		43,430		
	T	0,132	0,141	0,110	0,112	0,121	0,143	0,132	0,143	0,132	0,154	0,141	0,122	0,133	0,123	0,143	0,132	0,164	0,130	0,143	0,124	0,154	0,135	0,153	0,154	0,134	0,136	9,335				
	L	1,001	1,010	0,979	0,981	0,990	1,012	1,001	1,012	1,001	1,023	1,010	0,991	1,002	0,992	1,012	1,001	1,033	0,999	1,012	0,993	1,023	1,004	1,022	1,023	1,003	43,566					
	T	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190	5,190			5,190	48,756	
	L	6,191	6,200	6,169	6,171	6,180	6,200	6,191	6,212	6,191	6,213	6,200	6,181	6,192	6,180	6,202	6,191	6,223	6,189	6,202	6,183	6,213	6,194	6,212	6,213	6,193	6,193			48,756		
LADO 1	4	DESMONTAJE PERFORADO	T	0,123	0,143	0,112	0,104	0,142	0,154	0,111	0,102	0,104	0,121	0,143	0,143	0,132	0,154	0,103	0,154	0,134	0,142	0,156	0,145	0,164	0,132	0,154	0,164		0,153	0,136	9,335	
			L	6,314	6,343	6,281	6,275	6,322	6,356	6,302	6,304	6,295	6,334	6,343	6,324	6,324	6,336	6,305	6,345	6,357	6,331	6,358	6,328	6,377	6,326	6,366	6,377		6,346	48,892		
	T	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	2,566	128,320	9,335				
	L	8,880	8,909	8,847	8,841	8,888	8,922	8,868	8,870	8,861	8,900	8,909	8,890	8,890	8,902	8,871	8,911	8,923	8,897	8,924	8,894	8,943	8,892	8,932	8,943	8,912	177,212					
	T	0,153	0,165	0,164	0,154	0,174	0,136	0,154	0,165	0,187	0,123	0,104	0,112	0,045	0,121	0,110	0,143	0,154	0,176	0,165	0,154	0,164	0,145	0,145	0,157	0,154	0,149		177,361			
	L	9,033	9,074	9,011	8,995	9,062	9,036	9,022	9,035	9,048	9,023	9,013	9,002	9,035	9,045	9,077	9,073	9,089	9,048	9,107	9,037	9,077	9,100	9,066	9,100	9,066	177,361					
LADO 2	6	MONTAJE LADO 1	T	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570	8,570		8,570	9,335		
			L	17,603	17,644	17,581	17,565	17,632	17,628	17,592	17,605	17,618	17,593	17,583	17,572	17,605	17,593	17,551	17,624	17,647	17,643	17,659	17,618	17,677	17,607	17,647	17,670		17,636		185,931	
	T	32,760	8,450				0,342				0,231				0,132				0,243			0,265					32,760	9,335				
	L	50,363	26,094	17,581	17,565	17,632	17,970	17,592	17,605	17,618	17,824	17,853	17,572	17,605	17,725	17,551	17,624	17,647	17,886	17,659	17,618	17,677	17,872	17,647	17,670	17,636	218,691					
	T	0,120	0,112	0,101	0,191	0,380	0,260	0,154	0,121	0,280	0,210	0,250	0,230	0,240	0,189	0,250	0,260	0,220	0,187	0,174	0,265	0,187	0,198	0,176	0,196	0,176	0,209		218,900			
	L	50,483	26,206	17,682	17,756	18,012	18,230	17,746	17,726	17,898	18,034	17,833	17,802	17,875	17,965	17,740	17,874	17,907	18,106	17,846	17,792	17,942	18,059	17,845	17,846	17,832	218,900					
ACABADO EXTERIOR	10	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 2	T	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769		88,430	4,390		
			L	52,252	27,975	19,451	19,525	19,781	19,999	19,515	19,495	19,667	19,803	19,602	19,571	19,644	19,734	19,509	19,643	19,676	19,875	19,615	19,711	19,828	19,614	19,615	19,601		307,330			
	T	0,132	0,101	0,111	0,143	0,154	0,132	0,123	0,154	0,121	0,112	0,123	0,143	0,112	0,143	0,154	0,175	0,132	0,154	0,175	0,153	0,154	0,134	0,115	0,186	0,186	0,137	4,390				
	L	52,384	28,076	19,562	19,668	19,935	20,131	19,638	19,649	19,788	19,915	19,725	19,714	19,756	19,877	19,663	19,808	20,029	19,790	19,714	19,865	19,962	19,729	19,801	19,787	307,467						
	T	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030	4,030		4,030		311,497	
	L	56,414	32,106	23,592	23,698	23,965	24,161	23,668	23,679	23,818	23,945	23,755	23,744	23,786	23,907	23,693	23,848	23,838	24,059	23,820	23,744	23,895	23,992	23,759	23,831	23,817	311,497					
LADO 2	12	MONTAJE LADO 2	T	12,432	3,320				0,574						0,487				0,378			0,487					12,432		4,390			
			L	68,846	35,426	23,592	23,698	23,965	24,593	23,668	23,679	23,818	24,519	23,755	23,744	23,786	24,394	23,693	23,848	23,838	24,437	23,820	23,744	23,895	24,479	23,759	23,831			23,817	323,929	
	T	0,220	0,150	0,170	0,150	0,316	0,180	0,210	0,140	0,310	0,211	0,316	0,316	0,170	0,315	0,317	0,311	0,212	0,213	0,140	0,217	0,221	0,216	0,216	0,217	0,215	0,220	4,390				
	L	56,634	32,256	23,762	23,848	24,281	24,341	23,878	23,819	23,948	24,156	24,071	24,060	23,956	24,222	24,310	24,159	24,050	24,272	23,960	23,961	24,116	24,208	23,975	24,048	24,032	324,149					
	T	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	1,309	65,430			2,371		
	L	57,942	33,564	25,071	25,156	25,589	26,409	25,186	25,127	25,256	25,464	25,379	25,368	25,264	25,530	25,318	25,467	25,358	25,580	25,268	25,269	25,424	25,516	25,283	25,356	25,340	389,579					
ACABADO EXTERIOR	11	MONTAJE ACABADO EXTERIOR	T	0,132	0,101	0,111	0,143	0,154	0,132	0,123	0,154	0,121	0,112	0,123	0,143	0,112	0,143	0,154	0,175	0,132	0,154	0,175	0,153	0,154	0,134	0,115	0,186		0,186		0,137	2,371
			L	58,074	33,665	25,182	25,299	25,743	25,781	25,309	25,281	25,377	25,576	25,502	25,511	25,376	25,673	25,472	25,642	25,490	25,734	25,443	25,422	25,578	25,650	25,398	25,542		25,526		389,716	
	T	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	391,796				
	L	60,154	35,745	27,262	27,379	27,823	27,861	27,389	27,361	27,457	27,656	27,582	27,591	27,456	27,753	27,552	27,722	27,570	27,814	27,523	27,502	27,658	27,730	27,478	27,622	27,606	391,796					
	T	8,122	4,320				0,332				0,374				0,287				0,278			0,287					8,122	399,918				
	L	68,276	40,065	27,262	27,379	27,823	28,193	27,389	27,361	27,457	28,030	27,582	27,591	27,456	28,040	27,552	27,722	27,570	28,092	27,523	27,502	27,658	28,017	27,478	27,622	27,606	399,918					
14	DESMONTAJE ACABADO EXTERIOR	T	0,120	0,150	0,170	0,150	0,160	0,180	0,210	0,140	0,130	0,110	0,160	0,160	0,170	0,150	0,170	0,110	0,120	0,130	0,140	0,170	0,110	0,160	0,160	0,170	0,150	0,150	400,068			
		L	60,274	35,895	27,432	27,529	27,983	28,041	27,599	27,501	27,587	27,766	27,742	27,751	27,626	27,903	27,722	27,832	27,690	27,944	27,663	27,672	27,768	27,638	27,792	27,756		400,068				
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN		1		TIEMPO NORMAL:		22,207		TOTAL SUPLEMENTOS:		0%		TIEMPO TIPO:												22,207						
TIEMPO Y FECHA DE LAS TOMAS														HERRAMIENTAS:																		

Fuente: Autor

Tabla 27. Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Equalizing Sleeve

	Lecturas individuales del cronómetro X	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro X2
1	0,132	0,017
2	0,141	0,020
3	0,110	0,012
4	0,112	0,013
5	0,121	0,015
6	0,143	0,020
7	0,132	0,017
8	0,143	0,020
9	0,132	0,017
10	0,154	0,024
11	0,141	0,020
12	0,122	0,015
13	0,133	0,018
14	0,123	0,015
15	0,143	0,020
16	0,132	0,017
17	0,164	0,027
18	0,130	0,017
19	0,143	0,020
20	0,124	0,015
21	0,154	0,024
22	0,135	0,018
23	0,153	0,023
24	0,154	0,024
25	0,134	0,018
Σ	3,405	0,468
N	15,089	

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{25(0,468) - (3,405)^2}}{3,405} \right)^2$$

$$N' = 15,089$$

Fuente: Autor

La fórmula nos indica que nuestro trabajo con las 15,089 tomas es confiable.

Suplementos: Los suplementos son de 0,00% debido a que ya todo está considerado por que se está estudiando la producción real.

El tiempo tipo es calculado a partir de la segunda pieza, porque el preparado de la máquina y el ajuste de la primera pieza se lo realizan una sola vez para cualquier lote, además para establecer los tiempos efectivos en ruta programada.

$$T_{\text{NORMAL}} = T_{\text{MEDIO}} \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 22,21 \text{ min} \times 1$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 22,21 \text{ min}$$

$$T_{\text{TIPO}} = T_{\text{NORMAL}} + \% S \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{TIPO}} = 22,21 \text{ min} + (0,00 \% \times 22,21 \text{ min})$$

$$T_{\text{TIPO}} = 22,21 \text{ min}$$

Para visualizar los tiempo tipo de las partes de Standing valve 3 ½” (ver Anexo R).

En la producción de camisa “SL” 3 ½”. El tiempo tipo de Upper Sub se calculó en base a la hoja de observación.

Tabla 28. Hoja de observaciones de Upper Sub

Sertecpet®		HOJA DE OBSERVACIONES																												T. NORMAL	
HOJA #		1														PRODUCTO:												UPPER SUB 3 1/2"			
OPERACIÓN		TORNEADO CNC														MATERIAL:												ACERO 4340			
SUPERVISOR DE PLANTA:		Galo Zurita, Gonzalo Villamarin														EXPERIENCIA:												6			
LÍDER DE TALLER:		C.P. C.C.H. J.A.														MÁQUINA:												CNC # 4, CNC # 2, CNC # 6			
OPERARIO		OPERADOR CNC														ELABORADO POR:												Rafael Zhicay			
DEPARTAMENTO:		PRODUCCIÓN														T. MÁQ. ATENDIDAS:															
INICIO-23/03/2013		FIN: 28/03/2013		T. TRAS:		UNID. TERM: 50		T. REAL:																							
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T. ELEG	T. NORMAL			
DEBASTE EXTERIOR	1	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA DESBASTE EXTERIOR	T	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	45,250			
			L	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	45,250		
	2	MONTAJE DESBASTE EXTERIOR	T	0,260	0,270	0,290	0,260	0,250	0,250	0,280	0,250	0,250	0,280	0,250	0,270	0,240	0,290	0,270	0,250	0,240	0,290	0,340	0,320	0,310	0,340	0,250	0,250	0,272			
			L	1,165	1,175	1,195	1,165	1,155	1,155	1,185	1,155	1,155	1,185	1,155	1,175	1,145	1,195	1,175	1,155	1,145	1,195	1,245	1,225	1,215	1,245	1,155	1,155	45,522			
	3	DESBASTE EXTERIOR	T	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	
			L	6,246	6,256	6,276	6,246	6,236	6,236	6,266	6,236	6,236	6,266	6,236	6,256	6,226	6,276	6,256	6,236	6,226	6,276	6,326	6,306	6,296	6,326	6,236	6,236	6,236	50,603	6,273	
4	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	8,310	1,210	0,350			0,330			0,310			0,270		0,320			0,190			0,210					0,320		8,310		
		L	14,556	7,466	6,626	6,246	6,236	6,566	6,266	6,236	6,546	6,266	6,236	6,526	6,226	6,596	6,256	6,236	6,416	6,276	6,326	6,516	6,296	6,326	6,556	6,236	6,556	58,913			
5	DESMONTAJE DESBASTE EXTERIOR	T	1,040	1,060	0,460	0,550	0,430	0,540	1,070	1,010	1,020	1,030	0,580	0,430	0,540	1,070	1,010	1,020	1,030	0,580	0,430	1,060	0,540	0,570	0,340	1,070	0,784				
		L	15,596	8,526	7,086	6,796	6,666	7,106	7,336	7,246	7,566	7,296	6,816	6,956	6,766	7,446	6,856	6,756	6,766	6,856	6,756	6,766	6,836	6,896	6,896	7,306	59,697				
DEBASTE INTERIOR	6	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA DESBASTE INTERIOR	T	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	51,250			
			L	16,621	9,551	8,111	7,821	7,691	8,131	8,361	8,271	8,591	8,321	7,841	7,981	7,791	8,691	8,291	8,281	8,471	7,881	7,781	8,631	7,861	7,921	7,921	8,331	110,947			
	7	MONTAJE DESBASTE INTERIOR	T	0,402	1,040	0,576	1,090	0,381	1,032	0,463	0,414	0,421	0,431	1,040	0,358	0,231	0,431	0,414	0,321	0,540	0,590	0,450	0,430	0,340	0,540	1,054	0,570	0,584			
			L	17,023	10,591	8,687	8,911	8,072	9,163	8,824	8,685	9,012	8,752	8,881	8,339	8,022	9,122	8,705	8,602	9,011	8,471	8,231	9,061	8,201	8,461	8,975	8,901	111,531			
	8	DESBASTE INTERIOR LADO 1	T	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310	10,310		
			L	27,333	20,901	18,997	19,221	18,382	19,473	19,134	18,995	19,322	19,062	19,191	18,649	18,332	19,432	19,015	18,912	19,321	18,781	18,541	19,371	18,511	18,771	19,285	19,211	121,841			
9	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	6,430	3,320	1,120						0,540			0,540					0,430							0,570		6,430			
		L	33,763	24,221	20,117	19,221	18,382	19,473	19,134	19,535	19,322	19,062	19,191	18,649	18,872	19,432	19,015	18,912	19,321	19,211	18,541	19,371	18,511	18,771	19,855	19,211	128,271				
10	DESMONTAJE DESBASTE INTERIOR	T	0,430	0,540	1,070	1,010	1,020	1,030	0,580	0,430	0,430	0,540	0,570	1,070	1,010	1,030	0,580	0,430	0,430	0,540	0,570	1,030	0,540	0,570	1,030	0,540	0,570	0,716			
		L	34,193	24,761	21,187	20,231	19,402	20,503	19,714	19,965	19,752	20,152	19,731	19,219	19,942	20,442	20,045	19,492	19,751	19,641	19,631	19,911	18,941	19,861	20,395	19,781	128,987				
LADO 1	11	TRANSPORTE A MECANIZADO LADO 1 CNC # 6	T	0,350	0,354	0,450	0,364	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,338		
			L	34,543	25,115	21,637	20,595	19,723	20,824	20,035	20,286	20,073	20,473	20,052	19,540	20,263	20,763	20,366	19,813	20,072	20,091	19,995	20,232	19,262	20,182	20,716	20,127	129,325			
	12	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 1	T	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	2,369	118,450			
			L	36,912	27,484	24,006	22,964	22,092	23,193	22,404	22,655	22,442	22,842	22,421	21,909	22,632	23,132	22,735	22,182	22,441	22,460	22,364	22,601	21,631	22,551	23,085	22,496	247,775			
	13	MONTAJE LADO 1	T	0,350	0,320	0,350	0,430	0,320	0,270	0,350	0,320	0,380	0,310	0,380	0,410	0,270	0,280	0,340	0,290	0,320	0,430	0,320	0,270	0,350	0,320	0,380	0,310	0,342			
			L	37,262	27,804	24,356	23,394	22,412	23,463	22,754	22,975	22,822	23,152	22,801	23,219	22,902	23,142	23,075	22,472	22,761	22,890	22,684	22,271	21,981	22,871	23,465	22,806	248,117			
14	MECANIZADO EXTERIOR	T	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210	11,210				
		L	48,472	39,014	35,566	34,604	33,622	34,673	33,964	34,185	34,032	34,362	34,011	33,529	34,112	34,622	34,285	33,682	33,971	34,100	33,894	34,081	33,919	34,081	34,675	34,016	259,327				
15	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	30,130	6,320	1,150			0,540			0,450			0,530				0,520						0,432		0,520		30,130			
		L	78,602	45,334	36,716	34,604	33,622	35,213	33,964	34,185	34,032	34,812	34,011	33,529	34,642	34,622	34,285	33,682	34,491	34,100	33,894	34,081	33,623	34,081	35,195	34,016	289,457				
16	DESMONTAJE LADO 1	T	1,102	1,021	1,011	1,120	1,092	1,011	1,011	1,012	1,011	1,023	1,121	1,012	1,031	1,021	1,057	0,460	1,012	1,013	1,024	1,053	1,051	1,046	1,153	1,005					
		L	79,704	46,355	37,727	35,724	34,714	36,224	35,007	35,286	35,044	35,823	35,034	34,650	35,654	35,653	35,306	34,239	34,951	35,112	34,907	35,105	34,676	35,132	36,241	35,169	290,462				
17	TRANSPORTE A MECANIZADO LADO 2 CNC # 2	T	0,450	0,364	0,361	0,321	0,321	0,321	0,351	0,321	0,371	0,321	0,321	0,321	0,321	0,361	0,351	0,321	0,321	0,321	0,391	0,351	0,321	0,321	0,321	0,321	0,346				
		L	80,154	46,719	38,088	36,045	35,035	36,545	35,348	35,637	35,365	36,194	35,355	34,971	35,975	36,024	35,667	34,590	35,722	35,433	35,228	35,496	35,027	35,453	36,562	35,550	290,808				
LADO 2	18	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 2	T	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727	1,727				
			L	81,881	48,446	39,815	37,772	36,762	38,272	37,075	37,364	37,092	37,921	37,082	36,698	37,702	37,751	37,394	36,317	36,999	37,160	36,955	37,223	36,754	37,180	38,289	37,277	377,163			
	19	MONTAJE LADO 2	T	0,221	0,213	0,178	0,218	0,221	0,231	0,173	0,194	0,215	0,153	0,201	0,154	0,201	0,174	0,203	0,187	0,221	0,182	0,232	0,186	0,204	0,176	0,197	0,205	0,197			
			L	82,102	48,659	39,993	37,998	36,983	38,503	37,248	37,558	37,307	38,074	37,283	36,852	37,903	37,925	37,376	36,504	37,220	37,342	37,187	37,409	36,958	37,356	38,486	37,402	377,360			
	20	MECANIZADO INTERIOR CAJA	T	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120	10,120			
			L	92,222	58,779	50,113	48,110	47,103	48,623	47,368	47,678	47,427	48,194	47,403	46,972	48,023	48,145	47,717	46,624	47,340	47,462	47,307	47,529	47,078	47,476	48,606	47,602	387,480			
21	INSPECCIÓN Y AJUSTE	T	24,320	4,430	1,130			0,450			1,360			0,540			0,470			1,030			1,540			1,340		24,320			
		L	116,542	63,209	51,243	48,110	47,103	49,073	47,368	47,678	48,787	48,194	47,																		

Fuente: Autor

Tabla 29. Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de Upper sub

	Lecturas individuales del cronómetro x	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro x²
1	0,221	0,049
2	0,213	0,045
3	0,178	0,032
4	0,218	0,048
5	0,221	0,049
6	0,231	0,053
7	0,173	0,030
8	0,194	0,038
9	0,215	0,046
10	0,153	0,023
11	0,201	0,040
12	0,154	0,024
13	0,186	0,035
14	0,201	0,040
15	0,174	0,030
16	0,203	0,041
17	0,187	0,035
18	0,221	0,049
19	0,182	0,033
20	0,232	0,054
21	0,186	0,035
22	0,204	0,042
23	0,176	0,031
24	0,197	0,039
25	0,205	0,042
Σ	4,926	0,982
N	19,087	

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{25(0,982)-(4,926)^2}}{3,405} \right)^2$$

$$N' = 19,087$$

Fuente: Autor

La fórmula nos indica que nuestro trabajo con las 19,087 tomas es confiable.

Suplementos. Los suplementos son de 0,00%, debido a que ya todo está considerado por que se está estudiando la producción real.

El tiempo tipo es calculado a partir de la segunda pieza por lo que el preparado de la máquina y el ajuste de la primera pieza se lo realiza una sola vez para cualquier lote; además, para establecer los tiempos efectivos en ruta programada.

$$T_{\text{NORMAL}} = T_{\text{MEDIO}} \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 44,09 \text{ min} \times 1$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 44,09 \text{ min}$$

$$T_{\text{TIPO}} = T_{\text{NORMAL}} + \% S \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{TIPO}} = 44,09 \text{ min} + (0,00 \% \times 44,09 \text{ min})$$

$$T_{\text{TIPO}} = 44,09 \text{ min}$$

Para visualizar los tiempo tipo de las partes de la Camisa “SL” 3 ½” (ver Anexo S).

En la producción de NO.GO 3 ½”. El cálculo se realizó en base a la hoja de observación.

Tabla 30. Hoja de observaciones de NO.GO

Sertepet®		HOJA DE OBSERVACIONES																																	
HOJA #		1																																	
OPERACIÓN		TORNEADO CNC												PRODUCTO:		NO GO																			
SUPERVISOR DE PLANTA:		Galo Zurita, Gonzalo Villamarin												OPERACIÓN #														MATERIAL:		6					
LÍDER DE TALLER:		G.P, C.CH, J.A												EXPERIENCIA:																					
OPERARIO		OPERADOR CNC												MÁQUINA:																					
DEPARTAMENTO:		ELABORADO POR:												CNC 3, CNC 5																					
INICIO:		FIN:		T. TRAS:								UNID. TERM: 40								T. REAL:								T. MÁQ ATENDIDAS:							
ELEMENTOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T. ELEG	T. NORMAL						
DESBASTE EXTERIOR	1	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA DESBASTADO EXTERIOR	T	1,306	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	42,240							
	L	1,306	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	42,240							
	T	0,260	0,270	0,290	0,260	0,250	0,250	0,280	0,250	0,250	0,280	0,250	0,270	0,250	0,240	0,290	0,270	0,250	0,240	0,290	0,340	0,320	0,310	0,340	0,250	0,250	0,272								
	L	1,566	1,326	1,246	1,316	1,306	1,306	1,336	1,306	1,336	1,306	1,336	1,306	1,336	1,306	1,296	1,346	1,326	1,306	1,296	1,346	1,396	1,376	1,336	1,396	1,306	1,306	42,512							
	T	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330							
DESBASTE INTERIOR	2	MONTAJE PARA DESBASTE EXTERIOR	L	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	47,842							
	T	5,340																										5,340							
	L	12,236	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	6,896	53,182								
	T	0,320	0,450	0,321	0,312	0,343	0,432	0,372	0,314	0,550	0,430	0,540	0,432	0,274	0,412	0,323	0,342	0,330	0,354	0,570	0,340	0,540	0,430	0,370	0,370	0,400		0,400							
	L	12,556	7,346	7,217	7,208	7,239	7,328	7,268	7,210	7,446	7,326	7,436	7,328	7,170	7,308	7,219	7,238	7,226	7,250	7,436	7,466	7,236	7,436	7,326	7,266	7,266	53,582								
DESBASTE EXTERIOR	3	DESABASTE EXTERIOR	T	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	61,770							
	L	14,100	8,890	8,761	8,752	8,783	8,872	8,812	8,754	8,990	8,870	8,980	8,872	8,714	8,852	8,763	8,782	8,770	8,794	8,980	9,010	8,980	8,980	8,870	8,810	8,810	115,352								
	T	0,310	0,260	0,210	0,170	0,320	0,320	0,230	0,370	0,280	0,370	0,210	0,270	0,320	0,250	0,370	0,310	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,258								
	L	14,410	9,150	8,971	8,922	9,103	9,192	9,042	9,124	9,270	9,240	9,190	9,142	9,034	9,102	9,133	9,092	8,980	9,004	9,190	9,220	8,990	9,190	9,080	9,020	9,020	115,611								
	T	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460								
DESBASTE INTERIOR	4	INSPECCIÓN Y AJUSTE	L	25,870	20,610	20,431	20,382	20,563	20,652	20,502	20,584	20,730	20,700	20,650	20,602	20,494	20,562	20,593	20,552	20,440	20,464	20,650	20,680	20,450	20,650	20,540	20,480	20,480	127,071						
	T	8,320	1,430																									4,875							
	L	34,190	22,040	20,431	20,382	20,563	20,652	20,502	20,584	20,730	20,700	20,650	20,602	20,494	20,562	20,593	20,552	20,440	20,464	20,650	20,680	20,450	20,650	20,540	20,480	20,480	131,946								
	T	0,430	0,460	0,560	0,340	0,430	0,460	0,560	0,340	0,460	0,560	0,340	0,460	0,560	0,340	0,460	0,560	0,340	0,460	0,560	0,340	0,430	0,460	0,560	0,340	0,430	0,460	0,449							
	L	34,620	22,500	20,991	20,722	20,993	21,121	21,062	20,940	21,190	21,160	21,210	20,942	20,924	21,022	21,153	20,892	20,900	21,024	20,990	21,110	20,910	21,120	20,880	20,910	20,940	132,395								
DESBASTE EXTERIOR	5	TRANSPORTE DESDE EL CNC # 4 AL CNC # 5	T	0,123	0,143	0,123	0,143	0,132	0,121	0,103	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,162								
	L	34,743	22,643	21,114	20,865	21,125	21,233	21,165	21,056	21,317	21,288	21,342	21,074	21,067	21,148	21,385	21,234	21,153	21,199	21,144	21,263	21,053	21,331	21,092	21,153	132,557									
	T	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	2,861	114,440								
	L	37,604	25,504	23,975	23,726	23,986	24,094	24,026	23,917	24,178	24,149	24,203	23,935	23,928	24,009	24,246	24,095	24,014	24,060	24,005	24,124	23,914	24,192	23,953	24,014	24,014	246,997								
	T	0,283	0,274	0,283	0,275	0,285	0,275	0,291	0,286	0,381	0,274	0,285	0,274	0,286	0,274	0,286	0,274	0,285	0,274	0,285	0,274	0,283	0,274	0,279	0,281	0,276	0,286	0,282							
TORNEADO LADO 1	6	PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 1	T	37,887	25,778	24,258	24,001	24,213	24,369	24,317	24,203	24,559	24,423	24,488	24,209	24,324	24,285	24,531	24,249	24,325	24,279	24,400	24,188	24,471	24,234	24,290	24,300	247,279							
	L	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470	10,470								
	L	48,357	36,248	34,728	34,471	34,741	34,839	34,787	34,673	35,029	34,893	34,958	34,679	34,684	34,755	35,001	34,819	34,759	34,795	34,749	34,877	34,658	34,941	34,704	34,760	34,770	257,749								
	T	21,350	1,120			0,430						0,320						0,230					0,370			0,430	21,350								
	L	69,707	37,368	34,728	34,471	35,171	34,839	34,787	34,673	35,029	35,213	34,958	34,679	34,684	34,755	35,231	34,819	34,759	34,795	34,749	34,877	35,028	34,941	34,704	34,760	35,200	279,099								
TORNEADO LADO 2	7	MONTAJE LADO 1	T	1,210	1,030	0,570	0,530	0,450	0,460	0,560	0,450	0,460	0,560	0,450	0,430	0,580	0,450	0,430	0,580	0,580	0,540	0,580	0,540	0,580	0,540	0,580	1,020	0,706							
	L	70,917	38,398	35,298	35,001	35,621	35,299	35,347	35,123	35,489	35,773	35,408	35,359	35,214	35,205	36,261	35,879	35,779	35,375	35,329	35,417	35,598	35,981	35,734	35,810	36,220	279,806								
	T	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	2,586	103,440								
	L	73,503	40,984	37,884	37,587	38,207	37,885	37,933	37,709	38,075	38,359	37,994	37,695	37,800	37,791	38,847	38,465	38,365	37,961	37,915	38,003	38,184	38,567	38,320	38,396	38,806	383,246								
	T	1,230	0,540	0,320	0,450	0,430	0,530	0,450	0,560	0,450	0,430	0,580	0,450	0,430	0,580	0,450	0,430	0,580	0,580	0,540	0,580	0,540	0,580	0,540	0,580	0,730	0,210	0,779							
TORNEADO LADO 2	8	MONTAJE LADO 2	L	74,733	41,524	38,204	38,037	38,637	38,415	38,383	38,169	38,635	38,809	38,424	38,225	38,250	38,251	39,377	38,915	38,825	38,521	38,495	38,543	38,614	38,887	38,690	38,606	39,076	383,725						
	T	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570	10,570								
	L	85,303	52,094	48,774	48,607	49,207	48,985	48,953	48,739	49,205	49,379	48,994	48,795	48,820	48,821	49,947	49,485	49,395	49,091	49,065	49,113	49,184	49,147	49,260	49,176	49,646	394,295								
	T	20,310	1,430					0,350				0,350					0,990				0,270			0,320			0,380	20,310							
	L	105,613	53,524	48,774	48,607	49,207	48,985	49,303	48,739	49,205	49,379	49,344	48,795	48,820	49,411	49,947	49,485	49,395	49,361	49,065	49,113	49,184	49,737	49,260	49,176	50,026	414,605								
TORNEADO LADO 2	9	MECANIZADO	T	3,240	0,570	0,530	0,450	0,460	0,560	0,450	0,460	0,560	0,450	0,430	0,530	0,450	1,030	1,060	1,020	0,580	0,580	0,540	0,570	1,030	1,060	1,020	0,580	0,752							
	L	111,014	54,474	49,658	49,357	49,974	49,919	50,053	49,506	50,139	50,129	50,061	49,679	49,570	51,128	51,714	51,186	50,362	50,328																

Fuente: Autor

Tabla 31. Lecturas del cronómetro en la operación del torneado de NO.GO

	Lecturas individuales del cronómetro X	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro X ²
1	0,283	0,080
2	0,274	0,075
3	0,283	0,080
4	0,275	0,076
5	0,285	0,081
6	0,275	0,076
7	0,291	0,085
8	0,286	0,082
9	0,381	0,145
10	0,274	0,075
11	0,285	0,081
12	0,274	0,075
13	0,286	0,082
14	0,276	0,076
15	0,285	0,081
16	0,254	0,065
17	0,275	0,076
18	0,265	0,070
19	0,274	0,075
20	0,283	0,080
21	0,274	0,075
22	0,279	0,078
23	0,281	0,079
24	0,276	0,076
25	0,286	0,082
Σ	7,060	2,005
N	9,3	

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{25(2,005) - (7,060)^2}}{3,405} \right)^2$$

$$N' = 9,300$$

Fuente. Autor

La fórmula nos indica que nuestro trabajo con las 9,300 tomas son confiables.

Suplementos. Los suplementos son de 0,00%, debido a que ya todo está considerado por que se está estudiando la producción real.

El tiempo tipo es calculado a partir de la segunda pieza, porque el preparado de la máquina y el ajuste de la primera pieza se lo realizan una sola vez para cualquier lote; además, para establecer los tiempos efectivos en ruta programada.

$$T_{\text{NORMAL}} = T_{\text{MEDIO}} \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 43,72 \text{ min} \times 1$$

$$T_{\text{NORMAL}} = 43,72 \text{ min}$$

$$T_{\text{TIPO}} = T_{\text{NORMAL}} + \% S \times T_{\text{NORMAL}}$$

$$T_{\text{TIPO}} = 43,72 \text{ min} + (0,00 \% \times 43,72 \text{ min})$$

$$T_{\text{TIPO}} = 43,72 \text{ min}$$

3.12 Análisis de los cuellos de botella

Tabla 32. Análisis de los cuellos de botella

BOMBA JET CLAW, CAMISAS “SL”, NO.GO Y STANDING VALVES DE 3 ½”			
PUESTO	CAUSA	EFEECTO	PROPUESTA TENTATIVA
Torneado	-Preparación de la máquina y ajuste de la primera pieza -Falta de control	-Pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas por preparación -Tiempo desperdiciado de proceso a proceso	-Realizar hoja de preparación -Realizar la ruta programada
Fresado	-Disponibilidad de máquina -Falta de fluidez de proceso a proceso	-Pérdida de tiempos	-Realizar la ruta programada
Marcado	-Falta de operario	-Pérdida de tiempo en el marcado	-Realizar ruta programada
Tratamiento termo-químico	-Falta del área nitrurado	-Pérdida de tiempos por nitrurado	-Estudio para el área de nitrurado

Fuente. Autor

3.13 Capacidad de producción y productividad

Tabla 33. Producción obtenida actual de la Bamba Jet Conv 3 ½”

PRODUCCIÓN ACTUAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"				
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL	PRODUCCIÓN OBTENIDA	NO CONFORME
Fishing Neck	1020,621	4,68	20,0	-
Upper Packing Mandrel	1452,878	3,29	8,0	-
Outer Tube	781,177	6,12	20,0	-
Nozzle Retainer	557,865	8,57	60,0	-
Housing Throat	1591,969	3,00	6,0	-
Difusser	567,735	8,42	30,0	-
Discharge Body	1597,833	2,99	30,0	-
Adapter Extension	1541,636	3,10	8,0	-
Bottom Plug	2252,811	2,12	6,0	-
Filter	306,915	15,57	60,0	-

Fuente: Autor

Tabla 34. Producción actual obtenida de Standing Valve 3 ½”

PRODUCCIÓN ACTUAL STANDING VALVE 3 1/2"				
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL	PRODUCCIÓN OBTENIDA	NO CONFORME
Fishing Neck	665,495	7,18	80	80
Seat	263,058	18,17	157	24
Bay Pass Mandrel	544,144	8,78	60	-
Equalizing Sleeve	718,292	6,65	50	2
Packing Mandrel	492,536	9,70	80	1
Retainer Nut	391,754	12,20	84	-

Fuente: Autor

- Los 80 Fishing Neck no conforme, por material de 0 % de cromo por falta de comunicación por parte de bodega.
- Los 24 Seat no conforme por falta de inspección en cada producto.
- Los 2 Equalizing Sleeve no conforme, por rosca fuera de tolerancia y fresado cambio de programa sin una supervisión.

Tabla 35. Producción actual de Camisa “SL” 3 ½”

PRODUCCIÓN ACTUAL DE CAMISA "SL" 3 1/2"				
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL	PRODUCCIÓN OBTENIDA	NO CONFORME
Lower sub	549,136	8,70	50	-
Housing Sub	816,846	5,85	102	-
Upper Sub	555,356	8,61	50	-
Closing Sleeve Dual A	715,040	6,68	50	-
Closing Sleeve Dual B	520,725	9,18	50	1

Fuente. Autor

- El Closing Sleeve Dual B: por falta de inspección por parte del operario.

Tabla 36. Producción actual de NO.GO 3 ½”

PRODUCCIÓN ACTUAL DE NO.GO 3 1/2"				
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL	PRODUCCIÓN OBTENIDA	NO CONFORME
NO.GO	676,212	7,07	40	-

Fuente. Autor

3.14 Espacio necesario de trabajo

Puestos de trabajo.

- SIERRA CN = 3,75 m²

- CNC # 1 = 2,73 m²
- CNC # 2= 9,55 m²
- CNC # 3 Petrolero = 4,98 m²
- CNC # 4 = 2,73 m²
- CNC #5 = 2,73 m²
- CNC # 6= 2,73 m²
- TORNO CONVENCIONAL= 5,51 m²
- FRESA CNC= 3,74 m²
- MÁQUINA DE MARCADO MM #1= 1,46 m²
- END = 3,08 m²

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE LAS MEJORAS DE LOS PROCESOS EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SERTECPET. S.A

4.1 Desarrollo de un método mejor

Con la ayuda del Ing. Geovanny Pullaguari (jefe de máquinas-herramientas), se realizó la hoja de preparación de la máquina, lo cual consiste en la codificación de herramientas para el torneado, dando una la disminución del 48% en la preparación de la máquina y un 60% en el ajuste de la primera pieza.

Ver Anexo T. Hoja de preparación

4.1.1 Mejoras de la producción de Bomba Jet Conv 3 1/2"

Tabla 37. Diagrama de procesos en el torneado de Discharge Body propuesto

Sertecpet®										DIAGRAMA DE PROCESOS TORNEADO LADO 1 Y LADO 2									
EMPRESA:			SERTECPET S.A					OPERARIO:			OPERADOR CNC								
DEPARTAMENTO			PRODUCCIÓN					MÉTODO ACTUAL:			MÉTODO PROPUESTO X								
SUJETO DEL DIAGRAMA:			PRODUCCION DE BOMBA JET CONV 3 1/2"					FECHA:			15/04/2013 - 19/05/2013								
DICHARGE BODY: El diagrama inicia en demora en el torneado CNC # 4 y termina en el desmontaje lado 2								HECHO POR:			Rafael Zhicay								
								HOJA N°:			1								
N°	DISTANCIA (m)		TIEMPO (min)		N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO								
1	-		14,945		1	○	⇒	●	□	▽	●	Demora en el torneado lado 1 CNC # 4							
2	-		53,206		1	●	⇒	□	□	▽	●	Preparación de la máquina lado 1 CNC # 4							
3	-		0,188		2	●	⇒	□	□	▽	●	Montaje y Centrado lado 1							
4	-		4,730		3	●	⇒	□	□	▽	●	Mecanizado							
5	-		8,435		1	○	⇒	□	□	▽	●	Inspección y ajuste							
6	-		0,300		4	●	⇒	□	□	▽	●	Desmontaje lado 1							
7	-		21,062		2	○	⇒	●	□	▽	●	Demora en el torneado lado 2 CNC # 4							
8	-		73,643		5	●	⇒	□	□	▽	●	Preparación de la máquina lado 2 CNC # 4							
9	-		0,276		6	●	⇒	□	□	▽	●	Montaje y centrado lado 1							
10	-		17,560		7	●	⇒	□	□	▽	●	Mecanizado							
11	-		10,084		2	○	⇒	□	□	▽	●	Inspección y ajuste							
12	-		0,280		8	●	⇒	□	□	▽	●	Desmontaje lado 2							
	0		204,711			8	0	2	0	0	2	TOTAL							
RESUMEN																			
Actividad			Cantidad			Tiempo (min)			Distancia (m)			%							
Operación ●			8			150,184			-			73,36%							
Transporte ➡			0			0,000			0			0,00%							
Demora ●			2			36,008			-			17,59%							
Inspección ■			0			0,000			-			0,00%							
Almacenaje ▼			0			0,000			-			0,00%							
Operación combinada ●			2			18,519			-			9,05%							
Total			12			204,711			0			100,00%							

Fuente: Autor

Tabla 38. Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta de Discharge Body

RESUMEN					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	
Operación	8	258,045	8	150,184	107,861
Transporte	0	0,000	0	0,000	0,000
Demora	2	73,645	2	36,008	37,638
Inspección	0	0,000	0	0,000	0,000
Almacenaje	0	0,000	0	0,000	0,000
Operación combinada	2	44,551	2	18,519	26,032
Total	12	376,241	12	204,711	171,530

Fuente: Autor

Tabla 39. Diagrama hombre-máquina de Discharge Body propuesto

Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA					
OPERACIÓN		MECANIZADO LADO 2		DIAGRAMA N° 1			
NOMBRE DEL PRODUCTO: DISCHANGER BODY		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS					
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 4					
NOMBRE DEL OPERARIO: OPERADOR CNC		FECHA: 25/05/2013					
MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input checked="" type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL			
		OPERARIO		MÁQUINA			
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)			
PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 1	2,00	Revisa OP	4,292				
	4,00						
	6,00						
	8,00						
	10,00	Solicita herramientas a bodega	10,989				
	12,00						
	14,00						
	16,00						
	18,00	Montaje de herramientas y cambio de mordazas	29,510				
	20,00						
	22,00						
	24,00						
	26,00						
	28,00						
	30,00						
	32,00						
	34,00						
	36,00						
	38,00						
	40,00						
	42,00	Edición de Programa y sensado de herramientas	18,852				
	44,00						
	46,00						
	48,00						
	50,00						
	52,00						
	54,00						
	56,00						
TORNEADO DE LA PRIMERA PIEZA LADO 1	58,00	Montaje y Centrado lado 1	0,276				
	60,00						
	62,00	Mecanizado			17,560		
	64,00						
	66,00						
	68,00						
	70,00						
	72,00						
	74,00						
	76,00						
	78,00	Inspección y ajuste	10,084				
	80,00						
	82,00						
	84,00						
	86,00	Desmontaje lado 1	0,280				
	88,00						
	90,00	Montaje y centrado lado 1 P2					
	92,00						
	94,00						
RESUMEN							
		OPERARIO		MÁQUINA			
TIEMPO INACTIVO		17,560		74,283			
TIEMPO DE TRABAJO		74,283		17,560			
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		91,843		91,843			
Utilización en porcentaje		80.88%		19.12%			

Fuente: Autor

Tabla 40. Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta

RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
	ACTUAL	%	PROPUESTA	%	DIFERENCIA
OPERARIO	158,158	90,01%	74,283	80,88%	83,874
MÁQUINA	17,56	9,99%	17,560	19,12%	0,000
TOTAL (min)	175,718		91,843		83,874

Fuente: Autor

NOTA: El diagrama recorrido propuesto es iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.

4.1.2 Mejoras de la producción de Standing Valve 3 ½"

Tabla 41. Diagrama de proceso en el torneado de Equalizing Sleeve propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS EN EL TORNEADO										
EMPRESA:		SERTECPET S.A			OPERARIO:			OPERADOR CNC		
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:			MÉTODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		STANDING VALVE 3 1/2"			FECHA:			19/04/2013 - 07/05/2013		
EQUALIZING SLEEVE: El diagrama inicia en demora en el perforado CNC # 4 y termina en desmontaje acabado exterior					HECHO POR:			Rafael Zhicay		
					HOJA N°:			1		
N°	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	-	42,098	1							Demora en el perforado CNC # 4
2	-	26,058	1							Preparación de la máquina para perforado CNC # 4
3	-	0,136	2							Montaje para perforado
4	-	5,190	3							Perforado
5	-	0,136	4							Desmontaje perforado
6	-	5,549	2							Demora en el torneado lado 1 CNC # 4
7	-	66,880	5							Preparación de la máquina lado 1 CNC # 4
8	-	0,149	6							Montaje lado 1
9	-	8,570	7							Mecanizado
10	-	10,760	1							Inspección y ajuste
11	-	0,209	8							Desmontaje lado 1
12	-	3,174	3							Demora en el torneado lado 2 CNC # 4
13	-	45,984	9							Preparación de la máquina lado 2 CNC # 4
14	-	0,137	10							Montaje lado 2
15	-	4,030	11							Mecanizado
16	-	4,973	2							Inspección y ajuste
17	-	0,220	12							Desmontaje lado 2
18	-	5,343	4							Demora en el acabado exterior CNC # 4
19	-	34,024	13							Preparación de la máquina acabado exterior CNC # 4
20	-	0,137	14							Montaje acabado exterior
21	-	2,080	15							Acabado exterior
22	-	4,320	3							Inspección y ajuste
23	-	0,150	16							Desmontaje acabado exterior
	0	270,308		16	0	4	0	0	3	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)		%			
Operación		16	194,090		-		71,80%			
Transporte		0	0,000		0		0,00%			
Demora		4	56,165		-		20,78%			
Inspección		0	0,000		-		0,00%			
Almacenaje		0	0,000		-		0,00%			
Operación combinada		3	20,053		-		7,42%			
Total		23	270,308		0		100.00%			

Fuente: Autor

Tabla 42. Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta

RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	Tiempo (min)
Operación	16	346,754	16	194,090	152,66
Transporte	0	0,000	0	0,000	0,00
Demora	4	117,126	4	56,165	60,96
Inspección	0	0,000	0	0,000	0,00
Almacenaje	0	0,000	0	0,000	0,00
Operación combinada	3	53,314	3	20,053	33,26
Total	23	517,194	23	270,308	246,89

Fuente: Autor

Tabla 43. Diagrama de hombre-máquina de Equalizing Sleeve propuesto

Sertecpet®		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 1		DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: EQUALIZING SLEEVE		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 4			
NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA: 28/05/2013			
MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input checked="" type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
		OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA		DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS		TIEMPO (min)	
				TIEMPO (min)	
PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA LADO 1	2,00	Revisa OP		4,350	
	4,00				
	6,00	Solicita herramientas a bodega		13,251	
	8,00				
	10,00				
	12,00				
	14,00	Montaje de herramientas		25,628	
	16,00				
	18,00				
	20,00				
	22,00				
	24,00				
	26,00				
	28,00				
	30,00				
	32,00				
	34,00				
	36,00				
	38,00				
	40,00				
	42,00				
	44,00				
	46,00				
	48,00	Edición de Programa y sensado de herramientas		23,651	
	50,00				
	52,00				
	54,00				
	56,00				
58,00					
60,00					
62,00					
64,00					
66,00					
TORNEADO DE LA PRIMERA PIEZA LADO 1	68,00	Montaje lado 1		0,149	
	70,00	Mecanizado			8,570
	72,00				
	74,00				
	76,00				
	78,00	Inspección y ajuste		4,973	
	80,00	Desmontaje lado 1		0,220	
	82,00				
	84,00	Montaje lado 1 P2			
	RESUMEN				
				OPERARIO	MÁQUINA
TIEMPO INACTIVO				8,570	72,222
TIEMPO DE TRABAJO				72,222	8,570
TIEMPO TOTAL DEL CICLO				80,792	80,792
Utilización en porcentaje				89.39%	10.61%

Fuente: Autor

Tabla 44. Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta





































RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
	ACTUAL	%	PROPUESTA	%	DIFERENCIA
OPERARIO	141,121	94,27%	72,222	89,39%	68,899
MÁQUINA	8,570	5,73%	8,570	10,61%	0,000
TOTAL (min)	149,691		80,792		68,899

Fuente: Autor

NOTA: El diagrama recorrido propuesto son iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual que no se añade en este capítulo.

4.1.3 Mejoras de la producción de Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 45. Diagrama de procesos de Upper Sub propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS TORNEADO LADO 1										
EMPRESA:		SERTECPET S.A				OPERADOR CNC				
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		MÉTODO PROPUESTO		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE CAMISA SL 3 1/2				FECHA:		23/03/2013 - 29/03/2013		
UPPER SUB : El diagrama inicia en la preparación de la máquina lado 1 CNC # 6 y termina en el desmontaje lado 1						HECHO POR:		Rafael Zhicay		
						HOJA N°:		1		
N°	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	-	61,594	1							Preparación de la máquina lado 1 CNC # 6
2	-	0,342	2							Montaje lado 1
3	-	11,210	3							Mecanizado
4	-	12,052	1							Inspección y ajuste
5	-	1,005	4							Desmontaje lado 1
	0	86,203		4	0	0	0	0	1	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad		Tiempo (min)		Distancia (m)		%		
Operación		4		74,151		-		86,02%		
Transporte		0		0,000		0		0,00%		
Demora		0		0,000		-		0,00%		
Inspección		0		0,000		-		0,00%		
Almacenaje		0		0,000		-		0,00%		
Operación combinada		1		12,052		-		13,98%		
Total		5		86,203		0		100,00%		


Fuente: Autor

Tabla 46. Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta

RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA						
Actividad	ACTUAL			PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)		Cantidad	Tiempos (min)	
Operación	4	131,007		4	74,151	56,856
Transporte	0	0,000		0	0,000	0,000
Demora	0	0,000		0	0,000	0,000
Inspección	0	0,000		0	0,000	0,000
Almacenaje	0	0,000		0	0,000	0,000
Operación combinada	1	30,130		1	12,052	18,078
Total	5	161,137		5	86,203	74,934


Fuente: Autor

Tabla 47. Diagrama de hombre-máquina de Upper Sub propuesto

		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 1	DIAGRAMA N° 1		
NOMBRE DEL PRODUCTO: UPPER SUB			ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS		
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC			N° MÁQUINA: 6		
NOMBRE DEL OPERARIO			FECHA: 22/03/2013		
MÉTODO ACTUAL	<input type="checkbox"/>	MÉTODO MEJORADO	<input checked="" type="checkbox"/>	DEPART: ING INDUSTRIAL	
			OPERARIO	MÁQUINA	
ESCALA			TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP		2,170		
4,00					
6,00	Solicita herramientas a bodega		13,060		
8,00					
10,00					
12,00					
14,00					
16,00					
18,00	Montaje de herramientas		24,187		
20,00					
22,00					
24,00					
26,00					
28,00					
30,00					
32,00					
34,00					
36,00					
38,00					
40,00	Edición de programa y sensado de herramientas		22,177		
42,00					
44,00					
46,00					
48,00					
50,00					
52,00					
54,00					
56,00					
58,00					
60,00					
62,00					
64,00	Montaje lado 1 P1		0,342		
66,00	Mecanizado				11,210
68,00					
70,00					
72,00					
74,00	Inspección y ajuste		12,052		
76,00					
78,00					
80,00					
82,00	Desmontaje lado 1		1,005		
84,00					
86,00	Montaje lado 1 P2				
88,00					
RESUMEN					
			OPERARIO	MÁQUINA	
TIEMPO INACTIVO			11,210	74,993	
TIEMPO DE TRABAJO			74,993	11,210	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO			86,203	86,203	
Utilización en porcentaje			87,00%	13,00%	

Fuente: Autor

Tabla 48. Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesta















































































RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA			
	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
OPERARIO	149,927	74,993	74,934
MÁQUINA	11,210	11,210	0,000
TOTAL	161,137	86,203	74,934

Fuente: Autor

NOTA: El diagramas recorrido propuesto es iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.

4.1.4 Mejoras de la producción de NO.GO 3 ½”

Tabla 49. Diagrama de procesos en el torneado de NO.GO propuesto

Sertecpet®											DIGRAMA DE PROCESOS TORNEADO LADO 1 Y LADO 2											
EMPRESA:				SERTECPET S.A				OPERARIO:				OPERADOR CNC										
DEPARTAMENTO				PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:				<input type="checkbox"/>	MÉTODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>									
SUJETO DEL DIAGRAMA:				NO.GO				FECHA:				20/03/2013 - 26/03/2013										
NO.GO: El diagrama inicia en demora en el torneado lado 1 CNC # 5 y termina en desmontaje lado 2											HECHO POR:				Rafael Zhicay							
											HOJA N°:				1							
N°		DISTANCIA (m)		TIEMPO (min)		N°		SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES								DESCRIPCIÓN DEL PROCESO						
1	-		0,861	1							Demora en el torneado lado 1 CNC # 5											
2	-		59,509	1							Preparación de la máquina lado 1											
3	-		0,282	2							Montaje lado 1											
4	-		10,470	3							Mecanizado											
5	-		8,540	1							Inspección y ajuste											
6	-		0,706	4							Desmontaje lado 1											
7	-		6,842	2							Demora en el torneado lado 2 CNC # 5											
8	-		53,789	5							Preparación de la máquina lado 2											
9	-		0,479	6							Montaje lado 2											
10	-		10,570	7							Mecanizado											
11	-		8,124	2							Inspección y ajuste											
12	-		0,752	8							Desmontaje lado2											
0			160,923		8	0	2	0	0	2	TOTAL											
RESUMEN																						
Actividad			Cantidad		Tiempo (min)			Distancia (m)			%											
Operación 			8		136,557			-			84,86%											
Transporte 			0		0,000			0			0,00%											
Demora 			2		7,703			-			4,79%											
Inspección 			0		0,000			-			0,00%											
Almacenaje 			0		0,000			-			0,00%											
Operación combinada 			2		16,664			-			10,36%											
Total			12		160,923			0			100,00%											


Fuente: Autor

Tabla 50. Análisis del diagrama de proceso actual vs propuesta

RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	Tiempo (min)
Operación	8	241,139	8	136,557	104,58
Transporte	0	0,000	0	0,000	0,00
Demora	2	14,144	2	7,703	6,44
Inspección	0	0,000	0	0,000	0,00
Almacenaje	0	0,000	0	0,000	0,00
Operación combinada	2	41,660	2	16,664	25,00
Total	12	296,944	12	160,923	136,02

Fuente: Autor

Tabla 51. Diagrama hombre-máquina de NO.GO propuesto

		DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
OPERACIÓN		TORNEADO LADO 1		DIAGRAMA N° 1	
NOMBRE DEL PRODUCTO: NO.GO		ÁREA DE MÁQUINA HERRAMIENTAS			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: CNC		N° MÁQUINA: 5			
NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA: 22/03/2013			
MÉTODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		MÉTODO MEJORADO <input checked="" type="checkbox"/>		DEPART: ING INDUSTRIAL	
		OPERARIO		MÁQUINA	
ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
2,00	Revisa OP		4,316		
4,00					
6,00					
8,00					
10,00	Solicita herramientas a bodega		10,560		
12,00					
14,00					
16,00					
18,00	Montaje de herramientas		23,592		
20,00					
22,00					
24,00					
26,00					
28,00					
30,00					
32,00					
34,00					
36,00					
38,00	Edición de Programa y sensado de herramientas		21,039		
40,00					
42,00					
44,00					
46,00					
48,00					
50,00					
52,00					
54,00					
56,00					
58,00					
60,00					
62,00	Montaje lado 1		0,282		
64,00	Mecanizado				10,470
66,00					
68,00					
70,00					
72,00	Inspección y ajuste		8,540		
74,00					
76,00					
78,00					
80,00	Desmontaje lado 1		0,706		
82,00	Montaje lado 1 P2				
RESUMEN					
		OPERARIO		MÁQUINA	
TIEMPO INACTIVO		10,470		69,036	
TIEMPO DE TRABAJO		69,036		10,470	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		79,506		79,506	
Utilización en porcentaje		86.83%		13.17%	

Fuente: Autor

Tabla 52. Análisis del diagrama hombre-máquina actual vs propuesto

RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
	ACTUAL	%	PROPUESTA	%	DIFERENCIA
OPERARIO	136,779	0,00%	69,036	86,83%	67,742
MAQUINA	10,470	0,00%	10,470	13,17%	0,000
TOTAL (min)	147,249		79,506		67,742

Fuente: Autor

NOTA: El diagramas de recorrido propuesto es iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.

4.2 Método propuesto

Se realizó la ruta programada en la orden de producción, facilitando el control de la producción de proceso a proceso; disminuyendo tiempos de demoras.

Aplicando la ruta programada podemos disminuir un 40 % de los tiempos de demora, obteniendo mayor fluidez de proceso a proceso.

Ver Anexo U. Ruta programada

4.2.1 Disminución de los cuellos de botella de:








4.2.1.1 En la producción de Bomba Jet Claw 3 ½”

Tabla 53. Diagrama de procesos de Discharge Body propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS										
EMPRESA:		SERTECPET S.A			OPERARIO:		OPERADOR CNC			
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUUESTO <input checked="" type="checkbox"/>			
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE BOMBA JET CONVE 3 1/2"			FECHA:		15/04/2013 - 07/06/2013			
DISCHARGE BODY: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina en almacenaje en bodega					HECHO POR:		Rafael Zhicay			
					HOJA N°:		1			
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	1	-	-	1	○	⇒	□	▽	□	Recepción de la materia prima
2	1	10,2	0,215	1	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra
3	1	-	3,040	1	●	⇒	□	▽	□	Corte de acuerdo a las dimensiones de cada lote
4	1	40,1	0,208	2	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la sierra al torno CNC # 4
5	1	-	36,008	1	○	⇒	□	▽	□	Demora en el Torneado
6	1	-	168,703	2	●	⇒	□	▽	□	Torneado CNC # 4
7	1	57,3	0,214	3	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el torno CNC # 4 a la fresa CNC
8	1	-	27,127	2	○	⇒	□	▽	□	Demora en el fresado (por disponibilidad de máquina)
9	1	-	91,693	3	●	⇒	□	▽	□	Fresado CNC (perforado)
10	1	-	5,820	3	○	⇒	□	▽	□	de máquina)
11	1	9	0,181	4	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde la fresa CNC al torno CNC # 2
12		-	2,680	4	○	⇒	□	▽	□	Demora en el torneado cono
13	1	-	62,944	4	●	⇒	□	▽	□	Torneado cono CNC # 2
14	1	9	0,186	5	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el torno CNC # 2 cono a la fresa CNC
15		-	285,984	5	○	⇒	□	▽	□	Demora en el fresado por falta de herramientas y disponibilidad de máquina
16	1	-	22,735	5	●	⇒	□	▽	□	Fresado CNC (Ranurado)
17	1	4,8	0,184	6	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde el fresa CNC a la máquina de marcado
18	1	-	12,220	6	●	⇒	□	▽	□	Marcado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación
19	1	15,3	0,310	7	○	⇒	□	▽	□	Transporte de la máquina de marcado a control de calidad
20	1	-	6,558	6	○	⇒	□	▽	□	Demora previo al control de calidad por acumulación de productos
21	1	-	6,440	1	○	⇒	□	▽	□	Control de calidad de las dimensiones de los Discharge Body
22	1	IND	IND	8	○	⇒	□	▽	□	Transporte desde control de calidad a nitrurado (Este proceso se lo realiza en la ciudad de Quito en aceros Bohler)
23	1	-	269,875	7	○	⇒	□	▽	□	Demora por nitruración
24	1	IND	IND	9	○	⇒	□	▽	□	Regreso de nitruración
25	1	-	5,140	2	○	⇒	□	▽	□	Control de calidad visual del nitrurado
26	1	IND	0,563	10	○	⇒	□	▽	□	Transporte a bodega
27	1	-	-	2	○	⇒	□	▽	□	Almacenaje en bodega
		145,7	1009,027	6	10	7	2	2	0	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%				
Operación		6	361,336	-		35,81%				
Transporte		10	2,060	145,7		0,20%				
Demora		7	634,051	-		62,84%				
Inspección		2	11,580	-		1,15%				
Almacenaje		2	0,000	-		0,00%				
Operación combinada		0	0,000	-		0,00%				
Total		27	1009,027	145,7		100,00%				

Fuente: autor

Tabla 54. Análisis de procesos actual vs propuesta de Discharge Body


 RESUMEN					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	Tiempo (min)
Operación 	6	495,228	6	361,336	133,892
Transporte 	10	2,060	10	2,060	0,000
Demora 	7	1088,965	7	634,051	454,914
Inspección 	2	11,580	2	11,580	0,000
Almacenaje 	2	0,000	2	0,000	0,000
Operación combinada 	0	0,000	0	0,000	0,000
Total	27	1597,833	27	1009,027	588,807

Fuente: Autor

NOTA: Los diagramas de recorrido y tipo flujo propuestos son iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.








4.2.1.2 En la producción de Standing Valves 3 1/2"

Tabla 55. Diagrama de procesos de Equalizing Sleeve propuesto

<div><div>Sertecpet®</div><div>DIAGRAMA DE PROCESOS</div></div>											
EMPRESA:		SERTECPET S.A			OPERARIO:		OPERADOR CNC				
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:		<div><input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUUESTO <input checked="" type="checkbox"/></div>				
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE STANDING VALVE 3 1/2"			FECHA:		29/04/2013 - 22/05/2013				
EQUALIZING SLEEVE: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina en almacenaje en bodega					HECHO POR:		Rafael Zhicay				
					HOJA N°:		1				
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
1	1	-	-	1	○	⇒	□	▽	Recepción de la materia prima		
2	1	10,2	0,135	1	○	⇒	□	▽	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra CN		
3	1	-	3,300	1	●	⇒	□	▽	Corte de acuerdo a las dimensiones de cada lote		
4	1	40,1	0,157	2	○	⇒	□	▽	Transporte desde la sierra CN al torno CNC # 4		
5	1	-	56,165	1	○	⇒	□	▽	Demora en el torneado CNC (por falta de herramientas)		
6	1	-	214,142	2	●	⇒	□	▽	Torneado CNC # 4		
7	1	9,2	0,121	3	○	⇒	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 4 a la fresa CNC		
8	1	-	11,767	2	○	⇒	□	▽	Demora en el fresado CNC (por disponibilidad de máquina)		
9	1	-	8,518	3	●	⇒	□	▽	Fresado CNC		
10	1	4,8	0,131	4	○	⇒	□	▽	Transporte desde la fresa a la máquina de marcado		
11	1	-	12,570	4	●	⇒	□	▽	Markado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación		
12	1	15,3	0,231	5	○	⇒	□	▽	Transporte desde la máquina de marcado a control de calidad		
13	1	-	7,657	3	○	⇒	□	▽	Demora previo al contro de calidad por acumulación de productos		
14	1	-	3,216	1	○	⇒	□	▽	Control de calidad de las dimensiones de los Equalizing Sleeve		
15	1	IND	IND	6	○	⇒	□	▽	Transporte desde control de calidad a nitrurado (Este proceso se lo realiza en la ciudad de Quito en aceros Bohler)		
16	1	-	125,580	4	○	⇒	□	▽	Demora por nitruración		
17	1	IND	IND	7	○	⇒	□	▽	Regreso de nitruración		
18	1	-	5,250	2	○	⇒	□	▽	Control de calidad visual del nitrurado		
19	1	IND	0,563	8	○	⇒	□	▽	Transporte a bodega		
20	1	-	-	2	○	⇒	□	▽	Almacenaje en bodega		
		79,6	449,502		4	8	4	2	2	0	TOTAL
RESUMEN											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%					
Operación	●	4	238,530	-		53,07%					
Transporte	⇒	8	1,336	79,6		0,30%					
Demora	□	4	201,169	-		44,75%					
Inspección	■	2	8,466	-		1,88%					
Almacenaje	▽	2	0,000	-		0,00%					
Operación combinada	□	0	0,000	-		0,00%					
Total		20	449,502	79,6		100,00%					

Fuente: Autor

Tabla 56. Análisis de procesos actual vs propuesta de Equalizing Sleeve

 RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	
Operación 	4	424,456	4	238,530	185,926
Transporte 	8	1,336	8	1,336	0,000
Demora 	4	284,033	4	201,169	82,864
Inspección 	2	8,466	2	8,466	0,000
Almacenaje 	2	0,000	2	0,000	0,000
Operación combinada 	0	0,000	0	0,000	0,000
Total	20	718,292	20	449,502	268,790

Fuente: Autor

NOTA: Los diagramas de: recorrido y tipo flujo propuestos son iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.








4.2.1.3 En la producción de Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 57. Diagrama de procesos de Upper Sub propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS										
EMPRESA:		SERTECPET S.A				OPERADOR CNC				
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN				MÉTODO ACTUAL:		MÉTODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		PRODUCCIÓN DE CAMISA SL 3 1/2"				FECHA:		24/03/2013 - 02/04/2013		
UPPER SUB: El diagrama inicia en la recepción de la materia prima y termina en el almacenaje en bodega.						HECHO POR:		Rafael Zhicay		
						HOJA N°:		1		
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	1	-	-	1	○	⇒	D	□	▽	Recepción de la materia prima
2	1	1	0,165	1	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde la recepción de la materia prima a la sierra CN
3	1	-	5,556	1	●	⇒	D	□	▽	Corta a las dimensiones de cada lote
4	1	37	0,486	2	○	⇒	D	□	▽	Transporte de la sierra CN al torno CNC # 02
5	1	-	4,192	1	○	⇒	D	□	▽	Demora en el desbastado exterior CNC
6	1	-	37,977	2	●	⇒	D	□	▽	Desbastado exterior CNC # 2
7	1	1,8	0,130	3	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 2 a torno CNC # 4
8	1	-	6,025	2	○	⇒	D	□	▽	Demora en el desbastado interior CNC # 4
9	1	-	64,166	3	●	⇒	D	□	▽	Desbastado interior CNC # 4
10	1	13,5	0,338	4	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 4 a torno CNC # 6
11	1	-	1,170	3	○	⇒	D	□	▽	Demora en el torneado lado 1 CNC # 6
12	1	-	86,203	4	●	⇒	D	□	▽	Torneado lado 1 CNC # 6
13	1	14,6	0,346	5	○	⇒	D	□	▽	Transporte el torno CNC # 6 a torno CNC # 2
14	1	-	4,216	4	○	⇒	D	□	▽	Demora en el torneado lado 2 CNC # 2
15	1	-	68,362	5	●	⇒	D	□	▽	Torneado lado 2 CNC # 2
16	1	-	1,704	5	○	⇒	D	□	▽	Demora en el transporte desde el torno CNC # 2 a máquina de marcado
17	1	12,1	0,214	6	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde el torno CNC # 6 a la máquina de marcado
18	1	-	12,624	6	●	⇒	D	□	▽	Marcado de: número de pieza,OP, código,material y fecha de fabricación
19	1	15,3	0,427	7	○	⇒	D	□	▽	Transporte de la máquina de marcado a control de calidad
20	1	-	7,872	6	○	⇒	D	□	▽	Demora en el control de calidad por acumulación de productos
21	1	-	8,064	1	○	⇒	D	■	▽	Control de calidad de dimensiones de UPPER SUB
22	1	-	1,442	8	○	⇒	D	□	▽	Transporte de control de calidad a fosfatizado
23	1	-	54,024	1	○	⇒	D	□	▽	Fosfatizado e inspección visual
24	1	-	0,966	9	○	⇒	D	□	▽	Transporte desde fosfatizado a bodega
25	1	-	-	2	○	⇒	D	□	▽	Almacenaje en bodega
		95,3	366,670	6	9	6	1	2	1	TOTAL
RESUMEN										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)		%				
Operación	●	6	274,888	-		74,97%				
Transporte	⇒	9	4,515	95,3		1,23%				
Demora	D	6	25,180	-		6,87%				
Inspección	■	1	8,064	-		2,20%				
Almacenaje	▽	2	0,000	-		0,00%				
Operación combinada	■	1	54,024	-		14,73%				
Total		25	366,670	95,3		100,00%				

Fuente: Autor

Tabla 58. Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesta de Upper Sub

 RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	Tiempo (min)
Operación 	6	429,780	6	274,888	154,892
Transporte 	9	4,515	9	4,515	0,000
Demora 	6	52,974	6	25,180	27,794
Inspección 	1	8,064	1	8,064	0,000
Almacenaje 	2	0,000	2	0,000	0,000
Operación combinada 	1	60,024	1	54,024	6,000
Total	25	555,356	25	366,670	188,686

Fuente: Autor

NOTA: Los diagramas de: recorrido y tipo flujo propuestos son iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.








4.2.1.4 En la producción de NO.GO 3 ½”

Tabla 59. Diagrama de procesos de NO.GO propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS											
EMPRESA:		SERTECPET S.A			OPERARIO:		OPERADOR CNC				
DEPARTAMNETO		PRODUCCIÓN			MÉTODO ACTUAL:		<input type="checkbox"/>		MÉTODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		
SUJETO DEL DIAGRAMA:		NO.GO			FECHA:		20/03/2013 - 29/03/2013				
NO.GO: El diagrama inicia en el la recepción de la materia prima y termina en almacenaje en bodega					HECHO POR:		Rafael Zhicay				
					HOJA N°:		1				
N°	UNID	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	N°	SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1	1	-	-	1							Recepción de la materia prima
2	1	1	0,400	1							Transporte desde la recepción materia prima a la sierra CN
3	1	-	5,330	1							Corte de las dimensiones de cada lote
4	1	39,2	1,521	2							Transporte desde la sierra CN al torno CNC # 2
5	1	-	23,332	1							Demora en el torneado CNC # 2 (por falta de herramientas)
6	1	-	85,174	2							Desbaste exterior e interior CNC # 2
7	1	13,1	0,162	3							Transporte desde el torno CNC # 2 al torn CNC # 5
8	1	-	7,703	2							Demora en el torneado CNC # 5
9	1	-	153,221	3							Torneado lado 1 y lado 2 CNC # 5
10	1	-	11,268	3							Demora en el transporte desde en torno CNC # 5 a la máquina de marcado
11	1	11,2	0,113	4							Transporte desde el torno CNC # 5 a la máquina de marcado
12	1	-	13,400	4							Marcado de: número de pieza, código, material y fecha de fabricación
13	1	15,3	0,384	5							Transporte desde la máquina de marcado a control de calidad
14	1	-	6,032	4							Demora en el control de calidad por acumulación de productos
15	1	-	7,700	1							Control de calidad de las dimensiones de los NO.GO
16	1	11,2	0,322	5							Transporte desde control de calidad a END
17	1	-	32,680	2							END
18	1	-	1,200	6							Transporte desde END al fosfatizado
19	1	-	2,820	5							Demora en el fosfatizado
20	1	IND	77,100	1							Fosfatizado y control de calidad visual
21	1	8	0,143	8							Transporte desde el fosfatizado al pintado
22	1	-	15,320	5							Pintado
23	1	IND	0,631	9							Transporte desde el pintado a bodega
24	1	-	-	2							Almacenaje en bodega
		99	445,955		5	9	5	2	2	1	TOTAL
RESUMEN											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)		%				
Operación		5	272,445	-			61,09%				
Transporte		9	4,875	99			1,09%				
Demora		5	51,155	-			11,47%				
Inspección		2	40,380	-			9,05%				
Almacenaje		2	0,000	-			0,00%				
Operación combinada		1	77,100	-			17,29%				
Total		24	445,955	99			100,00%				

Fuente: Autor

Tabla 60. Análisis del diagrama de procesos actual vs propuesto de NO.GO

 RESUMEN ACTUAL vs PROPUESTA					
Actividad	ACTUAL		PROPUESTA		DIFERENCIA
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempos (min)	Tiempo (min)
Operación 	5	449,244	5	272,445	176,80
Transporte 	9	4,875	9	4,875	0,00
Demora 	5	104,613	5	51,155	53,46
Inspección 	2	40,380	2	40,380	0,00
Almacenaje 	2	0,000	2	0,000	0,00
Operación combinada 	1	77,100	1	77,100	0,00
Total	24	676,212	24	445,955	230,26

Fuente: Autor

NOTA: Los diagramas de: recorrido y tipo flujo propuestos son iguales por lo no se alteran sus procesos, el cual no se añade en este capítulo.

4.3 Diagrama de distribución propuesto de los puestos de trabajo

Los puestos de trabajo se mantendrían salvo algunas excepciones, como la implementación de las mesas de materia prima en los tornos # 5 y # 6.

Ver Anexo V. Distribución de puesto de trabajo propuesto

4.3.1 Diseño de los puestos de trabajo. Se diseñó los puestos de trabajo teniendo en cuenta los factores humanos, como son características mentales y físicas del trabajador; sobre todo, sus condiciones de salud y seguridad. Esto permitió que los trabajadores laboren en un ambiente cómodo cumpliendo con eficiencia las labores a él encomendadas. A continuación se exponen algunos factores ergonómicos que se utilizaron al rediseñar los puestos de trabajo.

- Tipos de tareas que hay que realizar.
- Cómo hay que realizarlas.
- El orden en que hay que realizarlas.
- El tipo de equipo necesario para efectuarlas.

Mediante un correcto diseño de los puestos de trabajo, permite al operario hacer lo siguiente:

- Permitir al trabajador modificar la posición del cuerpo;
- Incluir distintas tareas que estimulen mentalmente;

- Dejar cierta latitud al trabajador para que adopte decisiones, a fin de que pueda variar las actividades laborales según sus necesidades personales, hábitos de trabajo y entorno laboral;
- Dar al trabajador la sensación de que realiza algo útil;
- Facilitar formación adecuada para que el trabajador aprenda qué tareas debe realizar y cómo hacerlas;
- Facilitar horarios de trabajo y descanso adecuados, gracias a los cuales el trabajador tenga tiempo bastante para efectuar las tareas y descansar;
- Dejar un período de ajuste a las nuevas tareas, sobre todo si requieren gran esfuerzo físico, a fin de que el trabajador se acostumbre gradualmente a su labor.

4.4 Ergonomía de trabajo

Principios básicos de ergonomía. Utilizados para verificar el correcto diseño de los puestos de trabajo se consideraron las características físicas del trabajador: por ejemplo, su altura, peso, experiencia entre otros.

Altura de la cabeza:

- Se Verificó si existe el espacio suficiente para que quepan los trabajadores más altos.
- Que los objetos estén a la altura de los ojos o un poco más abajo; porque, la gente tiende a mirar algo hacia abajo.

Altura de los hombros:

- Que los paneles de control estén situados entre los hombros y la cintura.
- Se evitó colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

Alcance de los brazos:

- Que los objetos estén situados lo más cerca posible de los brazo para evitar tener que extender demasiado los brazos para alcanzarlos o sacarlos.
- En especial, se colocó los objetos necesarios para trabajar de manera que el trabajador más alto no tenga que encorvarse para alcanzarlos y el más bajo no tenga que estirarse.
- Adicionalmente se situó los materiales y herramientas de uso frecuente cerca del cuerpo y frente a él.

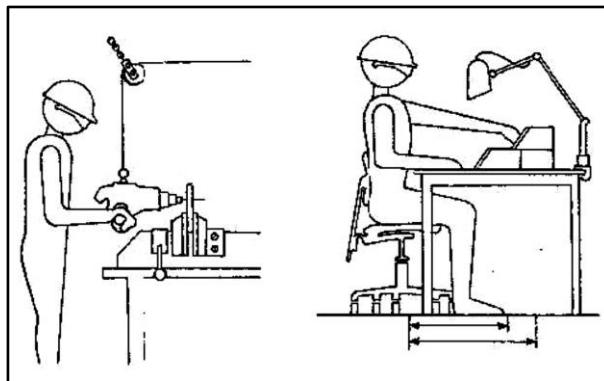
Altura del codo: Se ajustó la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

Altura de la mano. Se cuidó de que los objetos que haya que levantar estén a una altura situada entre la mano y los hombros.

Longitud de las piernas. Se dejó espacio para poder estirar las piernas, con sitio suficiente para unas piernas largas.

Tamaño del cuerpo. Se dejó espacio suficiente en el puesto de trabajo para los trabajadores de mayor tamaño.

Figura 31. Ejemplos de puestos de trabajos



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml#ixzz2hqU5Bs9y>

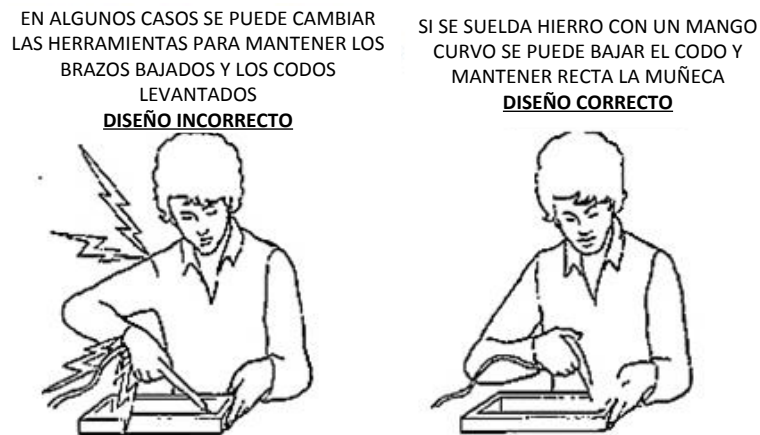
Herramientas manuales. Unas herramientas manuales mal diseñadas o que no se ajustan al trabajador o a la tarea a realizar, pueden tener consecuencias negativas en la salud y disminuir la productividad del trabajador. Para evitar problemas de salud y mantener la productividad del trabajador, las herramientas manuales fueron diseñadas de manera que se adapten tanto a la persona como a la tarea. Unas herramientas bien diseñadas pueden contribuir a que se adopten posiciones y movimientos correctos y aumentar la productividad.

De ser necesario adquirir nuevas herramientas manuales, se recomienda que se sigan las siguientes normas.

- Evitar adquirir herramientas manuales de mala calidad.

- Escoger herramientas que permitan al trabajador emplear los músculos más grandes de los hombros, los brazos y las piernas, en lugar de los músculos más pequeños de las muñecas y los dedos.
- Evitar sujetar una herramienta continuamente levantando los brazos o tener agarrada una herramienta pesada.
- No utilizar herramientas que tengan huecos en los que puedan quedar atrapados los dedos o la piel.
- No elegir herramientas que tengan asas perfiladas, se ajustan sólo a un tamaño de mano y hacen presión sobre las manos si no son del tamaño adecuado.
- Haga que las herramientas manuales sean fáciles de agarrar.

Figura 32. Ejemplos de diseños de herramientas



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml#ixzz2hqU5Bs9y>

Tomando en cuenta todos estos puntos y partiendo desde el análisis de métodos y tiempos se ha logrado identificar los conflictos ergonómicos que afectan directamente a la producción.

- Uno de los principales conflictos fue durante la operación de torneado en los en los productos de Bomba Jet Conv y Standing Valve, la cual fue analizado detalladamente y se determinó que en el torno # 5 y 6 existía un excesivo desgaste físico al no existir una mesa material el cual originaba una fatiga innecesaria en levantar los materiales desde el piso, esto podía ser eliminado fácilmente colocando una mesa para los materiales.

En la siguiente figura nos indica todas las medidas de una persona que mide 1,63 m y el cual fue escogido mediante la recolección de información del personal como por ejemplo: nombre, peso, altura, experiencia. Entre los más importantes.

La altura de la mesa propuesta es de 776 mm

A continuación se explica de donde se originó los 776 mm.

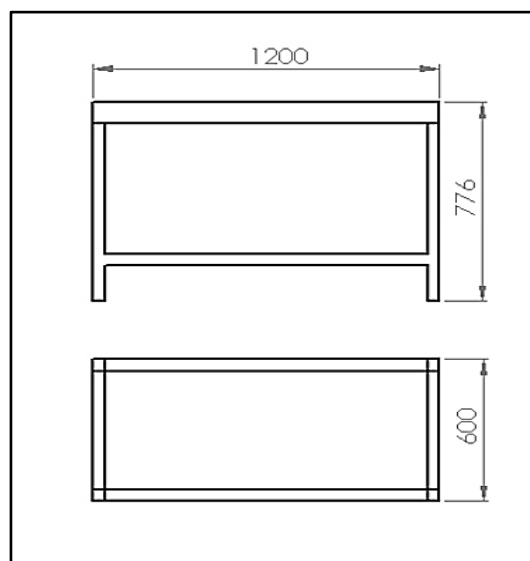
En primer lugar se tomó los 1277 mm desde la planta de los pies hasta el centro de los hombros luego se le resta, el largo de los brazos hasta el centro de la muñeca, 262 mm + 239 mm, logrando tener una movilidad acorde a las necesidades del puesto de trabajo.

Figura 33. Esquema de la mesa propuesta (vista isométrica)



Fuente: Autor

Figura 34. Dimensiones de la mesa propuesta



Fuente: Autor

4.5 Optimización de la etapa de preparación de la máquina

Con la ayuda del Ing. Geovanny Pullaguari (jefe de máquinas-herramientas), se realizó la hoja de preparación de la máquina, facilitando al operario a realizar su trabajo de mejor manera, disminuyendo en un 48% en el tiempo de preparación y un 60% en el ajuste de la primera pieza en el torneado.

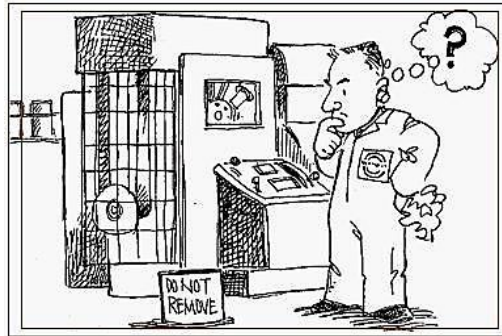
Además con la ruta programada se establece el tiempo necesario para realizar para cada operación, obteniendo mayor control en la producción y en los operarios.

Para la puesta en marcha de la hoja de preparación y la ruta programada, es necesario darles a conocer a cada uno de los operarios en que consiste la hoja de preparación y la ruta programada, para que puedan adoptar el nuevo método.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

Figura 35. Hombre pensando



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml#ixzz2fwW1Gpou>

Para el análisis al hombre se lo considera como el arquitecto de su propio destino, informado y libre, como es el pensamiento occidental, pero mi interés se centrará en los aspectos tales como: optimización de procesos, la maximización de ganancias, la minimización de costos y lograr las mayores utilidades.

SERTECPET S.A al igual que todas las empresas se enfrenta en su entorno a lo que llamamos mercado, el mismo ejerce presión entre empresas para sobrevivir, por lo que debe estar continuamente innovando, que es la estrategia de supervivencia en el mercado, para lo cual se usaran técnicas de análisis de operaciones y así mejorar los procesos productivos de la empresa logrando incrementar la productividad.

- *La productividad:* es un índice que mide el resultado “output” (productos y servicios) en relación con la entrada “input” (trabajo, materiales, energía, máquinas y capital) usados para producirlos.

Productividad = Salida/ Entradas

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: productos y servicios

5.1 Indicadores técnicos

5.1.1 Indicadores de productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Horas trabajadas en el turno}}{\text{Tiempo por unidad}} \quad (6)$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Nº de horas hombre trabajadas en el turno}} \quad (7)$$

$$\text{Valor agregado} = A - B \quad (8)$$

A= Valor de producción

B= El costo de materiales, bienes y servicios comprados fuera.

Con el fin de medir el progreso de la productividad se empleará el *Índice de Productividad (P)* como punto de comparación:

Para el presente estudio se calculará los *Índices de productividad* que se denominarán:

P1 = índice de productividad histórica. 2012

P2 = índice de productividad con la propuesta.

La productividad que se obtiene en el capítulo III nos servirá para el cálculo de P1 y P2 con la diferencia que el primero vendría a ser la productividad observada y para el segundo sería el estándar de productividad, el cual será denominado productividad actual.

$$P = 100 \times \frac{\text{Productividad observada}}{\text{Estándar de productividad}} \quad (9)$$

$$P = 100 \times \frac{\text{Productividad Actual}}{\text{Productividad Histórica}} \quad P = 100 \times \frac{\text{Productividad Propuesta}}{\text{Productividad Actual}}$$

Para lo cual:

- *La productividad observada.* es la productividad medida durante un período definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país)

- *El estándar de productividad.* es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

5.1.1.1 Cálculo de la productividad actual. Será calculado en base a los tiempos de producción obtenidos en el Capítulo III, de los productos elaborados en la planta de producción y el personal necesario son: 10 por turno de 9 horas, la jornada de trabajo se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 61. Distribución de tiempo por cada turno

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS POR CADA TURNO (TIEMPOS EN HORAS)									
DÍAS	TURNO		MEETING	MANT. DIARIO	MANT. C.T	EXTRAS	SUPLEMENTOS	TOTAL HORAS EFECTIVAS	
	DÍA	NOCHE						DÍA	NOCHE
Lunes	9	5,5	0,58	0,27	2	0,42	0,83	4,90	3,40
Martes	9	9	0,58	0,53		0,83	0,83	6,22	6,22
Miércoles	9	9	0,58	0,53		0,83	0,83	6,22	6,22
Jueves	9	9	0,58	0,53		0,83	0,83	6,22	6,22
Viernes	9	9	0,58	0,53		0,83	0,83	6,22	6,22
Sábado	9	9	1,20	0,53		0,83	0,83	5,60	5,60
Domingo	8	8	0,58	0,53		0,83	0,83	5,22	5,22
							PROMEDIO	5,69	

Fuente: Autor

Producción de Bomba Jet Claw Conv 3 ½"

Tabla 62. Producción obtenida actual Bomba Jet Conv 3 ½"

PRODUCCIÓN ACTUAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	1020,621	5,69	4,68
Upper Packing Mandrel	1452,878	5,69	3,29
Outer Tube	781,177	5,69	6,12
Nozzle Retainer	557,865	5,69	8,57
Housing Throat	1591,969	5,69	3,00
Difusser	567,735	5,69	8,42
Discharge Body	1597,833	5,69	2,99
Adapter Extension	1541,636	5,69	3,10
Bottom Plug	2252,811	5,69	2,12
Filter	306,915	5,69	15,57

Fuente: Autor

Producción de Standing Valve 3 ½"

Tabla 63. Producción obtenida actual de Standing Valve 3 ½"

PRODUCCIÓN ACTUAL DE STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	665,495	5,69	7,18
Seat	263,058	5,69	18,17
Bay Pass Mandrel	544,144	5,69	8,78
Equalizing Sleeve	718,292	5,69	6,65
Packing Mandrel	492,536	5,69	9,70
Retainer Nut	391,754	5,69	12,20

Fuente: Autor

Producción de Camisa "SL" 3 ½"

Tabla 64. Producción obtenida actual Camisa "SL" 3 ½"

PRODUCCIÓN ACTUAL DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Lower sub	549,136	5,69	8,70
Housing Sub	816,846	5,69	5,85
Upper Sub	555,356	5,69	8,61
Closing Sleeve Dual A	715,040	5,69	6,68
Closing Sleeve Dual B	520,725	5,69	9,18

Fuente: Autor

Producción de NO.GO 3 ½"

Tabla 65. Producción actual de NO.GO 3 ½"

PRODUCCIÓN ACTUAL DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
NO.GO	676,212	5,69	7,07

Fuente: Autor

Resumen de la productividad actual

Tabla 66. Resumen de la producción actual

PRODUCCIÓN ACTUAL			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Discharge Body	1597,83	5,69	2,99
Equalizing Sleeve	718,29	5,69	6,65
Upper Sub	555,36	5,69	8,61
NO.GO	676,21	5,69	7,07

Fuente: Autor

5.1.1.2 Cálculo de la productividad histórica. Será calculado en base a los tiempos registrados en cada OP (orden de producción), de los productos elaborados en la planta de producción.

Producción de Bomba Jet Claw Conv 3 ½”

Tabla 67. Producción histórica de Bomba Jet Conv 3 ½”

PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE BOMBA JET CONV 3 1/2"		
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	1032,790	4,63
Upper Packing Mandrel	1457,690	3,28
Outer Tube	721,090	6,63
Nozzle Retainer	555,870	8,60
Housing Throat	1701,330	2,81
Difusser	579,810	8,24
Discharge Body	1608,100	2,97
Adapter Extension	1489,890	3,21
Bottom Plug	2292,040	2,09
Filter	335,660	14,24

Fuente: Autor

Producción de Standing Valve 3 ½”

Tabla 68. Producción histórica de Standing Valve 3 ½”

PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE STANDING VALVE 3 1/2"		
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	696,140	6,87
Seat	293,350	16,29
Bay Pass Mandrel	541,510	8,83
Equalizing Sleeve	712,530	6,71
Packing Mandrel	493,820	9,68
Retainer Nut	383,580	12,46

Fuente: Autor

Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 69. Producción histórica de Camisa “SL” 3 ½”

PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE CAMISA "SL" 3 1/2"		
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL
Lower sub	554,190	8,63
Housing Sub	820,190	5,83
Upper Sub	547,500	8,73
Closing Sleeve Dual A	489,640	9,76
Closing Sleeve Dual B	528,350	9,05

Fuente: Autor

Producción de NO.GO 3 ½"

Tabla 70. Producción histórica de Camisa "SL"

PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE NO.GO 3 1/2"		
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL
NO.GO	677,800	7,05

Fuente: Autor

Resumen de la producción histórica

Tabla 71. Resumen de la producción histórica

PRODUCCIÓN HISTÓRICA		
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	PRODUCCIÓN SEMANAL
Discharge Body	1608,100	2,97
Equalizing Sleeve	712,530	6,71
Upper Sub	547,500	8,73
NO.GO	677,800	7,05

Fuente: Autor

5.1.1.3 Cálculo de la productividad propuesta. Será calculado en base a los tiempos obtenidos en el capítulo III, asumiendo como si ya estuviera implantada la mejora de procesos y métodos.

Producción de Bomba Jet Conv 3 ½"

Tabla 72. Producción propuesta de Bomba Jet Conv 3 ½"

PRODUCCIÓN PROPUESTA DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	754,910	5,69	6,33
Upper Packing Mandrel	852,552	5,69	6,11
Outer Tube	522,768	5,69	9,97
Nozzle Retainer	364,131	5,69	14,31
Housing Throat	909,246	5,69	5,73
Difusser	358,895	5,69	14,52
Discharge Body	1009,027	5,69	5,16
Adapter Extension	1214,535	5,69	4,29
Bottom Plug	1731,524	5,69	3,01
Filter	230,361	5,69	22,62

Fuente: Autor

Producción de Standing Valve 3 ½"

Tabla 73. Producción propuesta de Standing Valve 3 ½”

PRODUCCIÓN PROPUESTA DE STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Fishing Neck	367,531	5,69	14,18
Seat	178,535	5,69	29,18
Bay Pass Mandrel	394,950	5,69	13,19
Equalizing Sleeve	449,502	5,69	11,59
Packing Mandrel	334,526	5,69	15,57
Retainer Nut	267,379	5,69	19,49

Fuente: Autor

Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 74. Producción propuesta de Camisa “SL” 3 ½”

PRODUCCIÓN PROPUESTA DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Lower sub	321,454	5,69	16,21
Housing Sub	545,444	5,69	9,55
Upper Sub	366,670	5,69	14,21
Closing Sleeve Dual A	509,696	5,69	10,22
Closing Sleeve Dual B	369,391	5,69	14,10

Fuente: Autor

Producción de NO.GO 3 ½”

Tabla 75. Producción propuesta de NO.GO 3 ½”

PRODUCCIÓN PROPUESTA DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
NO.GO	445,955	5,69	11,68

Fuente: Autor

Resumen de la producción propuesta

Tabla 76. Resumen de la producción propuesta

PRODUCCIÓN PROPUESTA			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Discharge Body	1009,03	5,69	5,16
Equalizing Sleeve	449,50	5,69	11,59
Upper Sub	366,67	5,69	14,21
NO.GO	445,96	5,69	11,68

Fuente: Autor

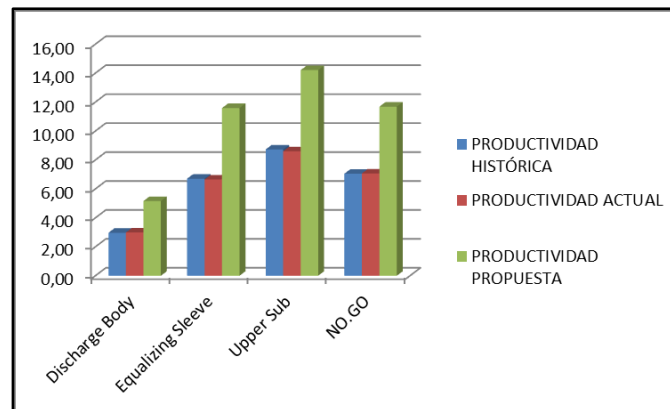
Resumen de los indicadores de productividad:

Tabla 77. Indicadores de productividad

PRODUCCIÓN PROPUESTA			
PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD (min)	HORAS TRABAJADAS POR TURNO	PRODUCCIÓN SEMANAL
Discharge Body	1009,03	5,69	5,16
Equalizing Sleeve	449,50	5,69	11,59
Upper Sub	366,67	5,69	14,21
NO.GO	445,96	5,69	11,68

Fuente: Autor

Figura 36. Indicadores de productividad de Bomba Jet Conv 3 ½”



Fuente: Autor

Interpretación. A través de esta herramienta se puede estimar cómo ha evolucionado la producción con el paso del tiempo, la cual se puede apreciar claramente que va en aumento con la propuesta en relación de los tiempos de producción.

5.1.2 Índice de productividad (P)

Calculo de P1 = índice de productividad histórica de:

Bomba Jet Con 3 ½”

$$P1 = 100 \times \frac{\text{Productividad Actual}}{\text{Productividad histórica}}$$

Tabla 78. Índice de productividad histórica vs actual de Bomba Jet Conv 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA VS ACTUAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	IP 1
Fishing Neck	4,63	4,68	101,19
Upper Packing Mandrel	3,28	3,29	100,33
Outer Tube	6,63	6,12	92,31
Nozzle Retainer	8,60	8,57	99,64
Housing Throat	2,81	3,00	106,87
Difusser	8,24	8,42	102,13
Discharge Body	2,97	2,99	100,64
Adapter Extension	3,21	3,10	96,64
Bottom Plug	2,09	2,12	101,74
Filter	14,24	15,57	109,37

Fuente: Autor

Standing valve 3 ½”

Tabla 79. Índice de productividad histórica vs actual de Standing Valve 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA VS ACTUAL STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	IP 1
Fishing Neck	6,87	7,18	104,60
Seat	16,29	18,17	111,52
Bay Pass Mandrel	8,83	8,78	99,52
Equalizing Sleeve	6,71	6,65	99,20
Packing Mandrel	9,68	9,70	100,26
Retainer Nut	12,46	12,20	97,91

Fuente: Autor

Camisas “SL” 3 ½”

Tabla 80. Índice de productividad histórica vs actual de Camisa “SL” 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA VS ACTUAL DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	IP 1
Lower sub	8,63	8,70	100,92
Housing Sub	5,83	5,85	100,41
Upper Sub	8,73	8,61	98,59
Closing Sleeve Dual A	9,76	6,68	68,48
Closing Sleeve Dual B	9,05	9,18	101,46

Fuente: Autor

No.Go 3 ½”

Tabla 81. Índice de productividad histórica vs actual de NO.GO 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA VS ACTUAL DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	IP 1
NO.GO	7,05	7,07	100,23

Fuente: Autor

Calculo de P2 = índice de productividad con la propuesta de:

Bomba jet Conv 3 ½”

Tabla 82. Índice de productividad propuesta vs actual de Bomba Jet Conv 31/2”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD PROPUESTA VS ACTUAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA	IP 2
Fishing Neck	4,68	6,33	135,19
Upper Packing Mandrel	3,29	6,11	185,75
Outer Tube	6,12	9,97	162,87
Nozzle Retainer	8,57	14,31	166,99
Housing Throat	3,00	5,73	190,84
Difusser	8,42	14,52	172,42
Discharge Body	2,99	5,16	172,60
Adapter Extension	3,10	4,29	138,35
Bottom Plug	2,12	3,01	141,81
Filter	15,57	22,62	145,22

Fuente: Autor

Standing valve 3 /2”

Tabla 83. Índice de productividad propuesta vs actual de Standing Valve 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD PROPUESTA VS ACTUAL DE STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA	IP 2
Fishing Neck	7,18	14,18	197,36
Seat	18,17	29,18	160,60
Bay Pass Mandrel	8,78	13,19	150,17
Equalizing Sleeve	6,65	11,59	174,17
Packing Mandrel	9,70	15,57	160,48
Retainer Nut	12,20	19,49	159,70

Fuente: Autor

Camisas “SL” 3 ½”

Tabla 84. Índice de productividad propuesta vs actual de Camisa “SL” 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD PROPUESTA VS ACTUAL DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA	IP 2
Lower sub	8,70	16,21	186,20
Housing Sub	5,85	9,55	163,23
Upper Sub	8,61	14,21	165,08
Closing Sleeve Dual A	6,68	10,22	152,91
Closing Sleeve Dual B	9,18	14,10	153,65

Fuente: Autor

No.Go 3 ½”

Tabla 85. Índice de productividad propuesta vs actual de NO.GO 3 ½”

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD PROPUESTA VS ACTUAL DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA	IP 2
NO.GO	7,07	11,68	165,27

Fuente: Autor

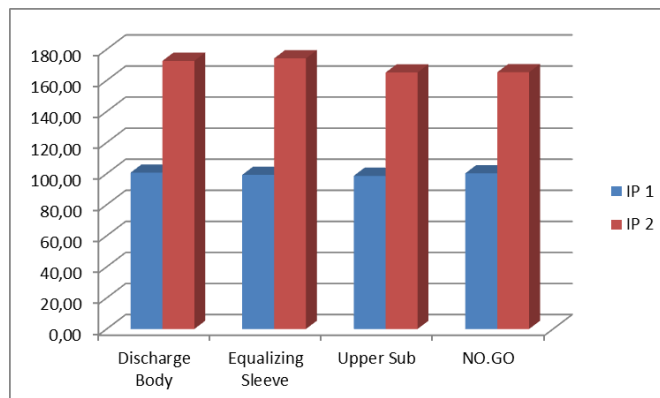
Resumen de los Índices de Productividad (P) de:

Tabla 86. Resumen de índice de productividad

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD			
PRODUCCION	IP 1	IP 2	DIFERENCIA
Discharge Body	100,64	172,60	71,96
Equalizing Sleeve	99,20	174,17	74,97
Upper Sub	98,59	165,08	66,50
NO.GO	100,23	165,27	65,04

Fuente: Autor

Figura 37. Resumen de índice de productividad



Fuente: Autor

Interpretación general. Mediante estos índices se puede apreciar muy claramente cómo ha evolucionado la productividad dentro de un margen de tiempo en relación a los tiempos de producción, como se puede apreciar en cada uno de los gráfico con la propuesta de mejora de métodos y tiempos se obtiene un índice creciente en todas las líneas de producción lo cual reafirma que el estudio realizado es totalmente óptimo y debe ser implementado a la brevedad posible.

5.1.3 *Análisis de la producción actual vs producción propuesta*

Bomba Jet Conv 3 ½”

Tabla 87. Análisis de la producción de Bomba Jet Conv 3 ½” actual vs propuesta

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Fishing Neck	4,68	6,33	1,65
Upper Packing Mandrel	3,29	6,11	2,82
Outer Tube	6,12	9,97	3,85
Nozzle Retainer	8,57	14,31	5,74
Housing Throat	3,00	5,73	2,73
Difusser	8,42	14,52	6,10
Discharge Body	2,99	5,16	2,17
Adapter Extension	3,10	4,29	1,19
Bottom Plug	2,12	3,01	0,89
Filter	15,57	22,62	7,04

Fuente: Autor

Standing valve 3 ½”

Tabla 88. Análisis de la producción de Standing Valve 3 ½” actual vs propuesta

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL DE STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Fishing Neck	7,18	14,18	6,99
Seat	18,17	29,18	11,01
Bay Pass Mandrel	8,78	13,19	4,41
Equalizing Sleeve	6,65	11,59	4,94
Packing Mandrel	9,70	15,57	5,87
Retainer Nut	12,20	19,49	7,28

Fuente: Autor

Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 89. Análisis de la producción de Camisa “SL” 3 ½” actual vs propuesta

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Lower sub	8,70	16,21	7,50
Housing Sub	5,85	9,55	3,70
Upper Sub	8,61	14,21	5,60
Closing Sleeve Dual A	6,68	10,22	3,54
Closing Sleeve Dual B	9,18	14,10	4,92

Fuente: Autor

No.Go 3 ½”

Tabla 90. Análisis de la producción de NO.GO 3 ½” actual vs propuesta

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
NO.GO	7,07	11,68	4,61

Fuente: Autor

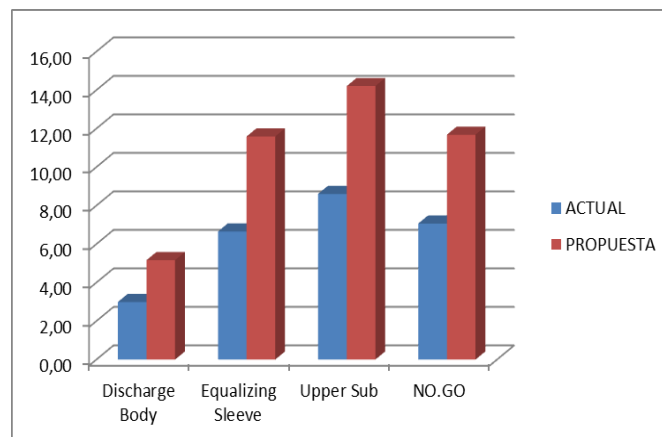
Resumen Análisis de la producción actual vs producción propuesta

Tabla 91. Análisis de producción actual vs producción propuesta

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL ACTUAL vs PROPUESTA			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Discharge Body	2,99	5,16	2,17
Equalizing Sleeve	6,65	11,59	4,94
Upper Sub	8,61	14,21	5,60
NO.GO	7,07	11,68	4,61

Fuente: Autor

Figura 38. Análisis de producción actual vs producción propuesta



Fuente: Autor

5.2 Análisis de los costos

Los costos de producción se realizan en relación al tiempo de fabricación y la mano de obra que interviene en la producción, la mano de obra tiene un costo de **100.00 dólares** por turno información obtenida por la empresa para realizar los cálculos.

Es importante tener en cuenta las siguientes variables y su formulación:

$$\text{Unidades/Hora} = \frac{60 \text{ minutos}}{\Sigma \text{Tiempo por operación}} \quad (10)$$


$$\text{Unidades/Turno} = (\text{Unidades/Hora}) (\text{Hora/Turno}) \quad (11)$$

$$\text{Costo x Unidad} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de Op}) \times (\text{Salario diario})}{\text{Unidades/Turno}} \quad (12)$$

5.2.1 Análisis de los costos actuales de:

Bomba Jet Conv 3 1/2"

Tabla 92. Cálculo de costos de producción actual de Discharge Body

 CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUAL			
OPERACIÓN	TIEMPO (min)	N° OPERARIOS	TIEMPO POR OPERACIÓN (min)
Corte	3,040	1	3,040
Torneado CNC	40,702	3	40,702
Fresado CNC	89,887	3	89,887
Marcado	1,780	1	1,780
Control de calidad	6,440	1	6,440
Σ Tiempo por operación			141,849
N° de operarios			9
Unidades/horas			0,42
Unidades/turno			2,41
Costo x unidad			\$ 373,94

Fuente: Autor

Tabla 93. Costos de producción actual de Bomba Jet Conv 3 ½"

COSTOS ACTUAL DE BOMBA JET CONV 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Fishing Neck	\$ 161,52
Upper Packing Mandrel	\$ 164,88
Outer Tube	\$ 198,88
Nozzle Retainer	\$ 89,74
Housing Throat	\$ 128,06
Difusser	\$ 158,99
Discharge Body	\$ 373,94
Adapter Extension	\$ 132,14
Bottom Plug	\$ 124,13
Filter	\$ 87,32
TOTAL	\$ 1.619,60

Fuente: Autor

Standing Valve 3 ½"

Tabla 94. Costos de producción actual de Standing Valve 3 ½"

COSTOS ACTUAL DE STANDING VALVE 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Fishing Neck	\$ 190,22
Seat	\$ 17,46
Bay Pass Mandrel	\$ 74,89
Equalizing Sleeve	\$ 105,93
Packing Mandrel	\$ 74,85
Retainer Nut	\$ 40,36
TOTAL	\$ 503,70

Fuente: Autor

Camisa "SL" 3 ½"

Tabla 95. Costos de producción actual de Camisa "SL" 3 ½"

COSTOS ACTUAL CAMISA "SL" 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Lower sub	\$ 401,81
Housing Sub	\$ 518,80
Upper Sub	\$ 300,56
Closing Sleeve Dual A	\$ 145,44
Closing Sleeve Dual B	\$ 101,64
TOTAL	\$ 1.468,25

Fuente: Autor

NO.GO 3 ½"

Tabla 96. Costos de producción actual de NO.GO 3 ½"


COSTOS ACTUAL DE NO.GO 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
NO.GO	\$ 222,61

Fuente: Autor

5.2.2 Análisis de los costos propuesto de:

Bomba Jet Conv 3 ½"

Tabla 97. Cálculo de costos de producción propuesto de Discharge Body

 CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PROPUESTO			
OPERACIÓN	TIEMPO (min)	N° OPERARIOS	TIEMPO POR OPERACIÓN (min)
Corte	3,040	1	3,040
Torneado CNC	33,852	3	33,852
Fresado CNC	89,887	3	89,887
Marcado	1,780	1	1,780
Control de calidad	6,440	1	6,440
Σ Tiempo por operación			134,999
N° de operarios			9
Unidades/horas			0,44
Unidades/turno			2,53
Costo x unidad			\$ 355,89

Fuente: Autor

Tabla 98. Costos de producción propuesto de Bomba Jet Conv 3 ½"

COSTOS PROPUESTO DE BOMBA JET CON 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Fishing Neck	\$ 149,10
Upper Packing Mandrel	\$ 137,36
Outer Tube	\$ 183,93
Nozzle Retainer	\$ 84,20
Housing Throat	\$ 99,14
Difusser	\$ 144,93
Discharge Body	\$ 355,89
Adapter Extension	\$ 105,17
Bottom Plug	\$ 102,63
Filter	\$ 80,60
TOTAL	\$ 1.442,94

Fuente: Autor

Standing Valve 3 ½"

Tabla 99. Costos de producción propuesto de Standing Valve 3 ½"

COSTOS PROPUESTO DE STANDING VALVE 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Fishing Neck	\$ 176,82
Seat	\$ 16,03
Bay Pass Mandrel	\$ 69,70
Equalizing Sleeve	\$ 96,71
Packing Mandrel	\$ 68,33
Retainer Nut	\$ 38,30
TOTAL	\$ 465,89

Fuente: Autor

Camisa "SL" 3 ½"

Tabla 100. Costos de producción propuesto de Camisa "SL" 3 ½"

COSTOS PROPUESTO DE CAMISA "SL" 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
Lower sub	\$ 373,41
Housing Sub	\$ 501,69
Upper Sub	\$ 288,22
Closing Sleeve Dual A	\$ 139,16
Closing Sleeve Dual B	\$ 71,91
TOTAL	\$ 1.374,39

Fuente: Autor

NO.GO 3 ½"

Tabla 101. Costos de producción propuesto de NO.GO 3 ½"

COSTOS PROPUESTO DE NO.GO 3 1/2"	
PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO
NO.GO	\$ 205,92

Fuente: Autor

5.2.3 Comparación de los costos actual vs propuesta

Bomba Jet Conv 3 ½"

Tabla 102.Comparación de los costos actual vs propuesta de Bomba Jet Conv 3 ½”

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS ACTUAL VS PROPUESTO DE BOMBA JET CON 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Fishing Neck	\$ 161,52	\$ 149,10	\$ 12,42
Upper Packing Mandrel	\$ 164,88	\$ 137,36	\$ 27,52
Outer Tube	\$ 198,88	\$ 183,93	\$ 14,96
Nozzle Retainer	\$ 89,74	\$ 84,20	\$ 5,54
Housing Throat	\$ 128,06	\$ 99,14	\$ 28,92
Difusser	\$ 158,99	\$ 144,93	\$ 14,06
Discharge Body	\$ 373,94	\$ 355,89	\$ 18,06
Adapter Extension	\$ 132,14	\$ 105,17	\$ 26,97
Bottom Plug	\$ 124,13	\$ 102,63	\$ 21,50
Filter	\$ 87,32	\$ 80,60	\$ 6,73
TOTAL	\$ 1.619,60	\$ 1.442,94	\$ 176,67

Fuente: Autor

Standing Valve 3 ½”

Tabla 103.Comparación de los costos actual vs propuesta de Standing Valve 3 ½”

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS ACTUAL VS PROPUESTO DE STANDING VALVE 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Fishing Neck	\$ 190,22	\$ 176,82	\$ 13,40
Seat	\$ 17,46	\$ 16,03	\$ 1,42
Bay Pass Mandrel	\$ 74,89	\$ 69,70	\$ 5,19
Equalizing Sleeve	\$ 105,93	\$ 96,71	\$ 9,22
Packing Mandrel	\$ 74,85	\$ 68,33	\$ 6,51
Retainer Nut	\$ 40,36	\$ 38,30	\$ 2,07
TOTAL	\$ 503,70	\$ 465,89	\$ 37,81

Fuente: Autor

Camisa “SL” 3 ½”

Tabla 104.Comparación de los costos actual vs propuesta de Camisa “SL” 3 ½”

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS ACTUAL VS PROPUESTO DE CAMISA "SL" 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Lower sub	\$ 401,81	\$ 373,41	\$ 28,40
Housing Sub	\$ 518,80	\$ 501,69	\$ 17,11
Upper Sub	\$ 300,56	\$ 288,22	\$ 12,34
Closing Sleeve Dual A	\$ 145,44	\$ 139,16	\$ 6,28
Closing Sleeve Dual B	\$ 101,64	\$ 71,91	\$ 29,73
TOTAL	\$ 1.468,25	\$ 1.374,39	\$ 93,86

Fuente: Autor

NO.GO 3 ½”

Tabla 105.Comparación de los costos actual vs propuesta de NO.GO 3 ½”

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS ACTUAL VS PROPUESTO DE NO.GO 3 1/2"			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
NO.GO	\$ 222,61	\$ 205,92	\$ 16,70

Fuente: Autor

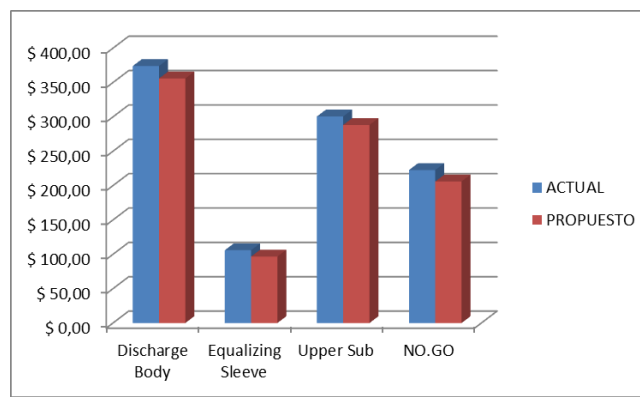
Resumen de comparación de los costos

Tabla 106. Resumen de comparación de costos

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS ACTUAL VS PROPUESTA			
PRODUCCIÓN	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Discharge Body	\$ 373,94	\$ 355,89	\$ 18,06
Equalizing Sleeve	\$ 105,93	\$ 96,71	\$ 9,22
Upper Sub	\$ 300,56	\$ 288,22	\$ 12,34
NO.GO	\$ 222,61	\$ 205,92	\$ 16,70

Fuente: Autor

Figura 39. Comparación de los costos



Fuente: Autor

Interpretación. En la figura podemos visualizar claramente la disminución de los costos de producción con nuestra propuesta.

5.3 Inversiones

Tabla 107. Cuadro de inversiones

CUADRO DE INVERSIONES			
CANT	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Mesas para torno CNC # 5 y 6	\$ 200,00	\$ 400,00
	-	-	-
TOTAL		-	\$ 400,00

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, procesados los datos y obtenida la información que de ello se generó, conjuntamente con los respectivos análisis, se obtuvieron resultados que permiten presentar el siguiente conjunto de conclusiones:

Se ha identificado de los productos de mayor fabricación en la planta de producción como el producto estrella la Bomba Jet Claw Convencional 3 ½” además los productos Standing Valve 3 ½”, Camisas “SL” 3 ½” y NO.GO 3 ½”. Se seleccionó las órdenes de producción fabricadas en año 2012, siendo estos los productos de mayor rotación, los mismos que fueron sugeridos por la empresa para el estudio.

Con el estudio de métodos y tiempos se pudo determinar los puestos más críticos en los procesos de producción, como referencia tomamos los puestos donde todos los productos pasan y son: torneado y marcado.

Como puesto crítico principal tenemos el torneado, al ser el proceso de mayor tiempo en la producción en la cual todas las piezas producidas pasan por el proceso, es en donde se presenta el mayor conflicto ya sea en la preparación de la máquina y ajuste de la primera pieza, además por la falta de control en los operarios.

Como segundo puesto crítico tenemos el marcado, donde también pasan todas las piezas fabricadas por esta actividad, existiendo cuellos de botellas por la no presencia de operario en la máquina, al ser también de tipo manual nada motivante y se efectúa sin tener un control. Se pudo determinar los tiempos de demoras en cada uno de los procesos lo que se generan principalmente por falta de control, además por la necesidad de herramientas (accesorios de torno) para todas las actividades razón por lo que los operarios tienen que abandonar el puesto de trabajo.

Las demoras producidas en el proceso de Discharge Body equivalen a un 68,15 % en la fabricación de este producto, tiempo superior a los de operación que corresponden a un 30,99 % en la producción total.

Las demoras en el torneado se producen por falta de control y por la necesidad de herramientas además por los trabajos de emergencia que se presentan en la planta de producción, la cual se detiene para realizar el trabajo de emergencia.

Las demoras en el fresado se presentan principalmente porque se dispone de una sola máquina para todas las líneas de producción, además por falta de control y fluidez de operación a operación, en donde las órdenes de producción no tienen una secuencia para su mecanizado.

Demoras en el marcado por falta de operario en la máquina pues el producto tiene que esperar, produciéndose cuellos de botella y una mala fluidez de operación a operación.

En el control de calidad se producen principalmente las demoras no por el control riguroso de cada una de las herramientas por sus tolerancias mínimas para la inspección sino por la necesidad de otros puestos de control.

Además, las demoras son producidas por la necesidad de implantar el área de nitrurado, al ser un proceso a destajo que se realiza en la ciudad de Quito en Aceros Bohler que se tiene que esperar 8 días como mínimo para el regreso de los productos, además se producen demoras en el envío de los mismo porque se tienen que enviar varias órdenes de producción por los costos de transporte.

Al implementar el área de nitrurado se ahorraría 7840,55 min = 130 horas= 5 días de la empresa.

Al definir y proponer mejoras en el proceso de producción, se precisó que se lo puede incrementar en un margen considerable, disminuyendo los tiempos y los cuellos de botella, cabe recalcar que no se eliminan operaciones pero si se las optimiza; las mejoras se las detalla a continuación:

Con la hoja de preparación en el torneado, facilitar el operario el montaje de accesorios dándole facilidades de no buscarlos para la operación; además, viene establecido el programa para el mecanizado, reduciendo el tiempo de ajuste de la primera pieza, concluyendo que es una mejora óptima para el proceso de torneado en la preparación de

la máquina, reduciendo un 48 % y un 60 % en el ajuste de la primera pieza, dando como resultado una disminución del 58 % del tiempo.

Con la propuesta se ahorraría 588,81 min = 9,81 horas = 1 turno de trabajo

Con la ruta programada en los métodos actual o propuesta, podemos **reducir los tiempos de demoras a un 40 %** por lo que se establecería mayor control en todos los procesos, en cambio para un 60 % no se podría reducir por la necesidad de herramientas, disponibilidad de las máquinas y en algunos casos por la necesidad del área de nitrurado, la disminución de los tiempos demoras, con la propuesta se ahorraría 643,05 minutos, con una diferencia de 454,91 minutos.

Una vez que se apliquen las propuestas, los tiempos de producción disminuirán y con ello la producción aumentará, además reduciendo los costos de producción.

6.2 Recomendaciones

Dar prioridad a los productos de mayor rotación, sin detener la producción por trabajos emergentes.

Seguir un orden para el mecanizado especialmente en la fresa CNC para evitar que los operarios escojan el trabajo.

Implementar del nuevo método de la hoja de preparación realizado por el Ing. Geovanny Pullaguari en el menor tiempo posible, así se obtendrían mayores ganancias y reduciendo los tiempos de producción especialmente en la preparación de la máquina y ajuste de la primera pieza en el torneado.

Implementar la ruta programada para establecer el tiempo requerido en cada proceso disminuyendo los tiempos de demoras.

Realizar un estudio para la implantación del área de nitrurado teniendo en cuenta que la Bomba Jet Claw siendo su producto estrella requiere ese proceso para mejor de sus propiedades.

Establecer mayor control en la entrada y salida de los operarios.

BIBLIOGRAFÍA

ALFORD, B. 1991. Manual de la producción. México : Limusa, 1991.

BACA. 2007. Introducción a la Ingeniería Industrial. México : Patria, 2007.

es.scribd.com. 2012. es.scribd.com. Tipo de flujo del producto. [En línea] septiembre de 2012. [Citado el: lunes de Julio de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/73693423/Tipos-de-Flujo-de-Materia-Prima-o-Producto-Terminado>.

www.monografias.com. 2010. Ergonomía. [En línea] Lunes de Julio de 2010. [Citado el: Sabado de Agosto de 2013.] <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml#ixzz2hqU5Bs9y>.

NIEBEL, B. 2004. Ingeniería Industrial. Mexico : Alfaomega, 2004. 11 edición.

www.slideshare.net. 2012. Tipos de Procesos. [En línea] [Citado el: sábado de Agosto de 2013.] <http://www.slideshare.net/paog123/tipos-de-procesos-11894857>.

SOLÓRZANO. 2007. Producción para Competir: El Análisis del Proceso. México : INCAE, 2007.

VELASCO, J. 2007. Organización de la producción. España : Pirámide, 2007.

www.monografias.com. 2012. Costos. [En línea] 2012. [Citado el: Martes de Agosto de 2013.] <http://www.monografias.com/trabajos4/costos/costos.shtml#ixzz2fwXDgHFm>.

—. **2010.** Estudio de métodos y tiempos. [En línea] 2010. [Citado el:] <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml#ixzz2hjaXTv3R>.

www.monografias.com. 2011. Planificación y Control. [En línea] Lunes de Octubre de 2011. [Citado el: Sábado de Julio de 2013.] <http://www.monografias.com/trabajos97/planificacion-y-control-operaciones/planificacion-y-control-operaciones.shtml#ixzz2g2Ho1T57>.

www.monografias.com. 2011. Productividad. [En línea] 2011. [Citado el: Martes de Julio de 2013.] <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml#ixzz2fwW1Gpou>.